

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования**

**«ЗАПОЛЯРНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.М. ФЕДОРОВСКОГО»**

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК АРКТИКИ

№19

Норильск 2025

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК АРКТИКИ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№19

Издатель:

ФГБОУ ВО «Заполярный государственный
университет им. Н.М. Федоровского»

Учредитель:

ФГБОУ ВО «Заполярный государственный
университет им. Н.М. Федоровского»

Журнал издается с 2007 года

**Включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ)**

Входит в базу ВИНТИ

Адрес редакции:

663310, г. Норильск, ул. 50 лет Октября, 7
ФГБОУ ВО «Заполярный государственный
университет им. Н.М. Федоровского»
Тел.. 8(3919) 45-70-41, доб. 144

E-mail: rio@norvuz.ru



При оформлении обложки использовано
фото *А. Харитонов*

За достоверность сведений, изложенных
в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов.

Перепечатка, все виды копирования
и воспроизведение материалов,
публикуемых в журнале, возможны
только с письменного разрешения
редакции.

При перепечатке ссылка на журнал
«Научный вестник Арктики»
обязательна.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Тарасевич Аркадий Викторович – кандидат химических наук, проректор по научной работе и международной деятельности Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Демченко Олег Николаевич – кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры философии, истории и иностранных языков Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Беляев Игорь Сергеевич – кандидат экономических наук, заведующий кафедрой информационных систем и технологий Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

Ванюкова Наталия Дмитриевна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой металлургии цветных металлов Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

Дарбинян Тигран Петросович – кандидат технических наук, директор Департамента горного производства ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»

Добжанская Оксана Эдуардовна – доктор искусствоведения, профессор кафедры искусствоведения Арктического государственного института культуры и искусства (г. Якутск)

Елесин Михаил Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой строительства и теплогазоводоснабжения Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

Крупнов Леонид Владимирович – кандидат технических наук, доцент, главный металлург – начальник управления технологического планирования и контроля Научно-технического департамента ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»

Платов Сергей Иосифович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой машин и технологий обработки давлением и машиностроения Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова (г. Магнитогорск)

Разгон Антон Викторович – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Алтайский филиал (г. Барнаул).

Федоров Андрей Аполлинарьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологических машин и оборудования Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

Федотова Ольга Дмитриевна – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой «Начальное образование» Донского государственного технического университета (г. Ростов-на-Дону).

Черемисин Алексей Александрович – кандидат географических наук, доцент, декан горно-технологического факультета Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

Шигалутон Станислав Хазретович – доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физико-математических дисциплин Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

Щадов Геннадий Иванович – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых Заполярного государственного университета им. Н.М. Федоровского

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

TECHNICAL SCIENCES

Лаговская Е.В., Федоров А.А.

Аддитивные технологии как ключевой тренд современных отраслей: их сравнение с традиционным производством
Lagovskaya E.V., Fedorov A.A.
Additive Technologies as a key trend in modern industries: their comparison with traditional production..... 6

Губина Н.А., Рагимова Р.К.

Современные тенденции развития кровельных и гидроизоляционных материалов, используемых в регионах Крайнего Севера.....
Gubina N.A., Ragimova R.K.
Modern Trends in the development of roofing and Hydro-insulating Materials used in the Regions of the Far North..... 14

Беляев И.С., Костенко Н.В., Газизова Ю.И.

Применение информационных процессов для создания цифровых двойников муниципальных образований в интересах малого бизнеса
Belyaev I.S., Kostenko N.V., Gazizova Yu.I.
Application of information processes to create digital twins of municipalities for the benefit of small businesses..... 19

Кармановская Н.В., Авилова Д.В., Сватков Ю.Ю.

Разработка и внедрение в металлургии систем переработки промышленных и бытовых отходов, рассматриваемых как вторичные материальные ресурсы
Karmanovskaya N.V., Avilova D.V., Svatkov Yu.Y.
Development and implementation in metallurgy of industrial and household waste processing systems considered as secondary material resources.....27

Корецкий А.С., Крылков М.Ю.,

Склянов В.И., Тунгусов С.А.

Пассивная и активная идентификация скважинных процессов алмазного бурения на твердые полезные ископаемые
Koretsky A.S., Krylkov M.Y., Sklyanov V.I., Tungusov. S.A.
Passive and active identification down hole diamond drilling processes for solid minerals..... 36

Лаговская Е.В., Старикова А.А., Коньшин И.В.

LCD-печать: технология, применение и перспективы
Lagovskaya E.V., Starikova A.A., Konshin I. V.
LCDprinting: technology, application and prospects..... 45

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

NATURAL SCIENCES

Куприяшкин А.Г.

Экологический мониторинг водоемов Норильского промышленного района
Kupriyashkin A.G.
Environmental monitoring of water bodies in the Norilsk industrial area.... 50

Боровицкая А.О.

Графическая интерпретация пост-оптимизационного анализа и его роль в принятии эффективных решений
Borovitskaya A.O.
Graphical interpretation of post-optimization analysis and its role in making effective decisions..... 59

СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

HUMANITIES SCIENCES

Петров А.М., Попов А.Н., Маллабоев У.М.

Цифровая культура как новое междисциплинарное веяние. Часть 2
Petrov A.M., Popov A.N., Mallaboev U.M.
Digital culture as a new interdisciplinary trend. Part 2.....68

Илларионова О.Г., Лушников Г.А.

Интегративность общего и профессионального образования
Illarionova O.G., Lushnikova G.A.
An important aspect of the integrativity of general and vocational education.....75

Демченко О.Н., Демченко И.В.

Православная традиция и современное воспитание
Demchenko O.N., Demchenko I.V.
Orthodox tradition and modern education.....81

Торгашова Н.А., Дементьев А.А.

Управление операционными рисками в малом бизнесе
Torgashova N.A., Dementyev A.A.
Operational risk management in small business.....89

Хоронько Л.Я., Морозов А.П.

К вопросу о возможности подготовки кадров полиции в Арктических условиях
Khoronko L.Ya., Morozov A.P.
On the issue of the possibility of training police personnel in arctic conditions.....93

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 6–13.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025; (19): 6–13.

Технические науки

Научная статья

УДК 621.7 + 004.8/9

doi: 10.52978/25421220_2025_19_6–13

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ТРЕНД СОВРЕМЕННЫХ ОТРАСЛЕЙ: ИХ СРАВНЕНИЕ С ТРАДИЦИОННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Лаговская Елена Владимировна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: lagovskaya.elena@yandex.ru

Федоров Андрей Аполлинарьевич

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: Afedr.chr@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются требования, предъявляемые к современной экономике и ее ключевые тренды, к которым в том числе относятся аддитивные технологии. Приводится сравнение аддитивных и традиционных технологий.

Ключевые слова: аддитивные, субтрактивные, формативные технологии, автоматизация, роботизация, коботы (коллаборативные роботы), интернет вещей, искусственный интеллект, машинное обучение, дополненная и виртуальная реальность, цифровые двойники, гибридные технологии.

Для цитирования: Лаговская Е.В., Федоров А.А. Аддитивные технологии как ключевой тренд современных отраслей: их сравнение с традиционным производством // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 6–13. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_6–13.

Technical sciences

Original article

ADDITIVE TECHNOLOGIES AS A KEY TREND IN MODERN INDUSTRIES: THEIR COMPARISON WITH TRADITIONAL PRODUCTION

Elena V. Lagovskaya

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: lagovskaya.elena@yandex.ru

Andrey A. Fedorov

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: Afedr.chr@gmail.com

Abstract. The article examines the requirements for the modern economy and its key trends, which include additive technologies. A comparison of additive and traditional technologies is presented.

Keywords: additive, subtractive, formative technologies, automation, robotics, robots (collaborative robots), Internet of things, artificial intelligence, machine learning, augmented and virtual reality, digital twins, hybrid technologies.

For citation: Lagovskaya E.V., Fedorov A.A. Additive Technologies as a key trend in modern industries: their comparison with traditional production. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):6–13. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_6–13.

Повсеместный процесс глобализации, а также возрастающий рост требований к набору качеств и характеристик конечного продукта ужесточают конкуренцию. На ее фоне предприятия все большее внимание уделяют про-

рывным производственным технологиям. Последние находятся в центре технологической революции, которая меняет подходы к проектированию, созданию и управлению процессами в промышленности. Значение производственных технологий не стоит недооценивать, т.к. они создают новые рынки и отрасли, нацелены на рост производи-

тельности труда и имеют стратегическое значение для укрепления конкурентоспособности национальных экономик [1].

Современные глобальные рынки ужесточают требования к производителям. Эти требования упираются в триаду, представленную на рис. 1 [2].



Рис. 1

В настоящее время выделяют несколько ключевых трендов, определяющих развитие производителей и современных отраслей. К ним относятся [3]:

1. Автоматизация и роботизация, появление коботов. Автоматизация и роботизация являются одними из ключевых трендов, определяющих развитие современных отраслей и производителей. Эти процессы трансформируют производственные цепочки, повышают эффективность, снижают издержки и улучшают качество продукции. Одним из наиболее значимых явлений в этой

области является появление коботов (коллаборативных роботов), которые кардинально меняют подход к автоматизации. *Коботы* – это новый класс роботов, предназначенных для совместной работы с людьми. В отличие от традиционных промышленных роботов, которые работают изолированно в защищенных зонах, коботы могут безопасно взаимодействовать с человеком в одном рабочем пространстве. Целесообразность использования коботов на современных производствах представлена на рис. 2.



Рис. 2

2. Интернет вещей (IoT) – объединение различных физических устройств,

таких как датчики, сенсоры и механизмы, в общую сеть для сбора, обработки и

обмена данными между собой и человеком [4; 5]. Термин может рассматриваться с точки зрения термина «Умный дом» или «Умное производство». В последнем случае «Умное производство» (англ. Smart Manufacturing) – это концепция организации производственных процессов, основанная на интеграции передовых технологий, таких как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ), большие данные (Big Data), роботизация, облачные вычисления и киберфизические системы. «Умное производство» направлено на создание гибких, адаптивных и самооптимизирующихся производственных систем, которые способны автоматически анализировать данные, принимать решения и улучшать процессы в реальном времени. Данная концепция подразумевает использование перспективных технологий смарт-производственного подхода, которые чаще всего касаются внедрения технологий IoT. Последние подразумевают использование постоянно растущего числа интеллектуальных устройств для улучшения качества обработки информации, эффективности, безопасности и сохранности данных, включают стратегию использования облачных вычислений, мобильности и анализа данных [6].

3. Искусственный интеллект и машинное обучение – это мощные инструменты, которые уже сегодня меняют мир. Они открывают новые возможности для бизнеса, науки и общества, но также требуют внимательного подхода к этическим и социальным аспектам. Искусственный интеллект – это область компьютерных наук, которая занимается созданием систем, способных выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта. В число таких задач входят: распознавание образов (например, изображений, речи), принятие решений, обработка естественного языка (NLP), обучение и адаптация. Машинное обучение в свою очередь является подразделом искусственного интеллек-

та, фокусируется на создании алгоритмов, способных обучаться на данных и улучшать свои результаты без явного программирования. Вместо того чтобы писать код для каждой задачи, ML-алгоритмы анализируют данные, выявляют закономерности и делают прогнозы.

4. Устойчивое производство, основанное на «зеленом» производстве, экологической устойчивости, переходе на замкнутый цикл производства.

5. Дополненная и виртуальная реальность (AR/VR), которая зародилась несколько столетий назад, но начинает бурно развиваться только в последнее время [7]. AR-технологии (Augmented Reality) или технологии дополненной реальности позволяют накладывать виртуальные объекты (текст, графику, видео, звук и т.д.) поверх реального мира [8]. Например, в промышленном производстве при помощи данных технологий возможно провести оценку состояния оборудования по датчикам, параметры которых отображаются на экране мобильного устройства при наведении камеры на объект. VR-технологии или технологии виртуальной реальности способствуют погружению пользователя в цифровое пространство, которое кажется для него реальным. На промышленных предприятиях данная технология используется для обучения персонала на VR-тренажерах или VR-гарнитурах [8], где происходит изучение производственных процессов и операций без риска для жизни.

6. Цифровые двойники – умная модель, использующая для анализа «на входе» и на «выходе» большие данные (Smart Big Data), приближенная к реальному объекту, обеспечивающая отличие между результатами виртуальных испытаний и натурных испытаний в пределах $\pm 5\%$. Такую высокоадекватную модель называют цифровым двойником объекта / продукта (Digital Twin, DT-1). Высокоадекватную «умную» мо-

дель с учётом особенностей технологий изготовления (например, «интеллектуальное» литье, «интеллектуальная» штамповка, учет предварительного напряженно-деформированного состояния и утонения, коробления и т.д. деталей после технологических процессов) называют цифровым двойником производства (Digital Twin, DT-2). Объединение двух вышеописанных моделей в рамках единой цифровой модели на основе выполнения десятков тысяч виртуальных испытаний в процессе «цифровой сертификации» ведет к формированию «умного» цифрового двойника первого уровня (Smart Digital Twin, SDT-1) [10].

7. Аддитивные технологии (3D-печать). Прорывные производственные технологии – это совокупность новых подходов, материалов, методов и процессов, которые применяются при проектировании и производстве конкурентоспособных и востребованных на миро-

вом рынке продуктов или изделий (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и т.д.) [11].

Необходимо отметить, что такие технологии в настоящее время получили незначительное распространение по сравнению с традиционными производственными технологиями.

Под **традиционными производственными технологиями** понимаются методы и процессы, используемые предприятиями для преобразования сырья в конечный продукт. Производственные технологии тесно связаны с формованием детали.

Формообразование – основной этап придания конструкционному материалу требуемой геометрической формы детали согласно чертежу [12].

Три основных вида формообразования детали представлены на рис. 3. Область их применения, преимущества и недостатки приведены на рис. 4.

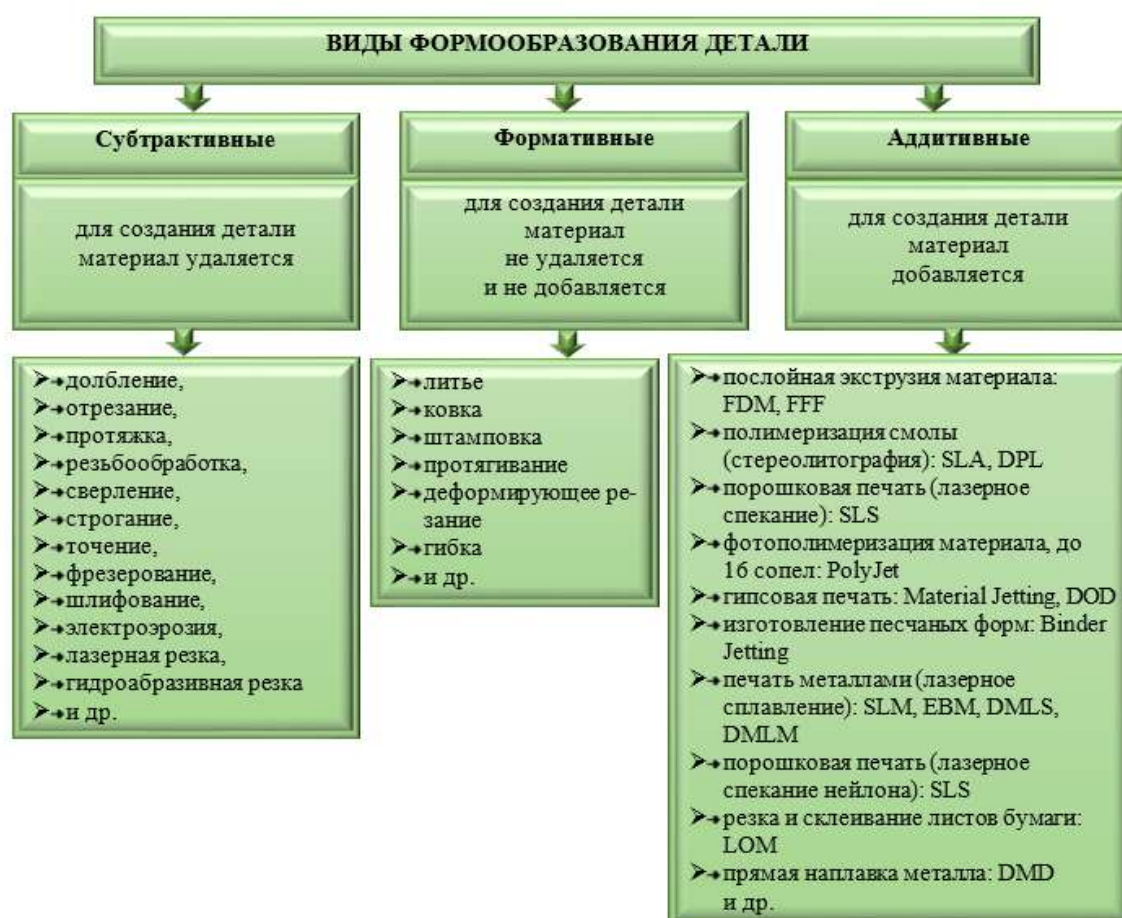


Рис. 3



Рис. 4

Субтрактивные технологии основываются на обработке материалов, при которых материал для создания детали удаляется механическим способом. Они включают в себя обработку на станке, фрезеровку, сверление, токарную обработку и другие методы. Эти технологии используются для изготовления деталей из металла, пластика, дерева и других материалов. Выделяют несколько разновидностей обработки материалов: точение, фрезерование, сверление, строгание, долбление, шлифование, протяжка, резьбонарезание, отрезание, электроэрозия, лазерная резка, гидроабразивная резка и т.д.

Обработка на станке – процесс удаления материала с помощью режущего инструмента, такого как фреза или сверло.

Фрезеровка – процесс обработки материала с помощью фрезы, которая

вращается и перемещается в направлении материала.

Сверление – процесс создания отверстий в материале с помощью сверла.

Токарная обработка – процесс обработки цилиндрических деталей с помощью токарного станка.

Лазерная резка – процесс резки материала с помощью лазерного луча.

Гидроабразивная резка – процесс резки материалов с использованием воды и абразивных частиц под высоким давлением.

Формативное производство (формование) предполагает литье или обработку давлением, например, ковка, штамповка, прокатка, волочение и т.д. (рис. 5), деформирующее резание или размерную обработку поверхностным пластическим деформированием (гибка). Этот метод предполагает использование для создания детали технологиче-

ской оснастки (например, литейной или пресс-формы, ковочного инструмента, волоки). При этом объем используемого

материала не изменяется, а происходит деформация материала и изменение его формы.

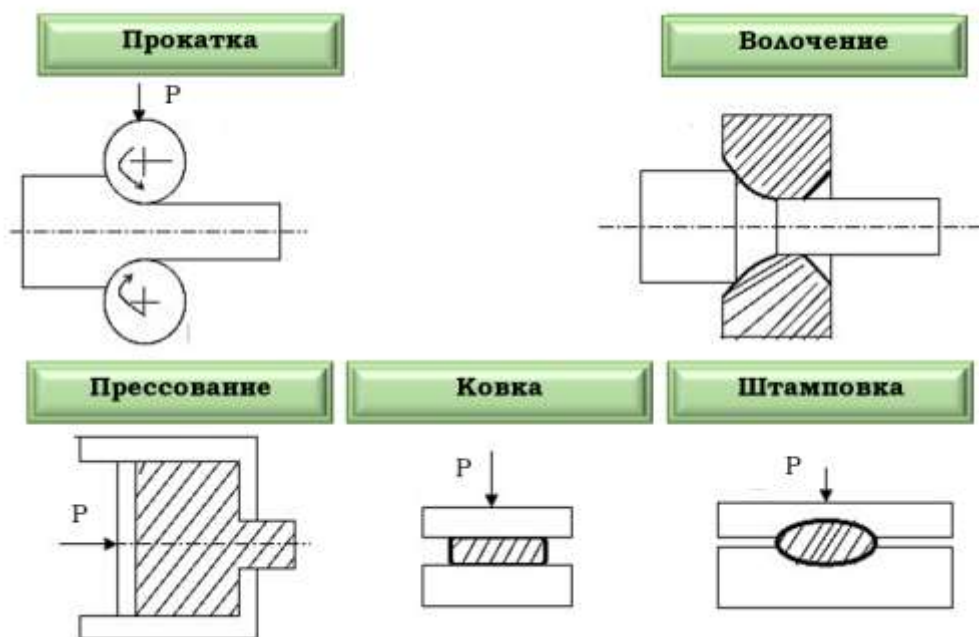


Рис. 5

Аддитивное производство (англ. additive manufacturing) – это процесс изготовления деталей различного потребительского назначения и степени точности на 3D-принтере, основанный на послойном создании изделия путем добавления материала (пластика, смолы и т.д.) по электронной модели, созданной и обработанной в специализированных программах. Отсюда и название «аддитивные» – от английского слова «*add*» – добавлять.

Такая технология производства отличается от ранее существующих технологий, связанных в основном с «вычитающей» механической обработкой изделия, предполагающей субтрактивное производство (удаление материала заготовки на токарных, фрезерных, строгальных и других видах станков) и формирующее производство (ковка, штамповка, прокатка и т.д.).

Другое название аддитивного производства – 3D-печать. Основные виды аддитивных технологий представлены на рис. 3 [13].

В таблице приведена сравнительная характеристика аддитивных и традиционных производств.

Аддитивные технологии предлагают уникальные возможности для создания сложных форм и индивидуализированных изделий, но пока не могут полностью заменить традиционные методы, особенно в массовом производстве.

Кроме того, сочетание аддитивных и традиционных технологий образуют *гибридные технологии*, которые дополняют друг друга, позволяют объединить преимущества обеих технологий, устраняя их недостатки и расширяя возможности современного производства.

Показатель сравнения	Аддитивные технологии	Традиционные производственные технологии
Принцип создания изделий	Изделия создаются послойным добавлением материала	Обычно включают удаление материала или формование (литье, штамповка)
Гибкость и сложность	«+» Позволяют создавать изделия с высокой степенью сложности, включая внутренние полости, решетчатые структуры и индивидуальные формы, которые трудно или невозможно получить традиционными методами	«-» Ограничены в создании сложных форм, особенно если требуется высокая точность или уникальные конструкции
Материалы	Используют порошки, жидкие смолы, филамент или другие материалы, которые могут быть пластиками, металлами, керамикой или композитами. «-» Выбор материалов может быть ограничен по сравнению с традиционными методами	Работают с широким спектром материалов, включая металлы, пластмассы, стекло и другие
Вид производства	«+» Особенно полезны для прототипирования и мелкосерийного производства «-» Для массового производства могут быть неэффективны из-за длительного времени печати	«+» Подходят для крупносерийного производства
Отходы	«+» Практически безотходные, т.к. материал добавляется только там, где это необходимо «-» Накапливаются поддержки, которые требовались во время печати и которые в дальнейшем сложно утилизировать	«-» Часто связаны с большим количеством отходов, особенно при механической обработке (стружка, обрезки и т.д.)
Применение	Используются в аэрокосмической отрасли, медицине (протезы, имплантаты), ювелирном деле, архитектуре и других областях, где требуется высокая точность и сложные формы	Применяются в автомобилестроении, строительстве, массовом производстве товаров народного потребления и других отраслях

Список источников

1. Дежина И., Пономарев А. Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности // Форсайт. 2014. №2. Т. 1. С. 16–29.

2. Маркова В.Д. Цифровизация, или управление на основе потока данных: [сайт]. URL: https://nl-a.ru/article_digital_management

3. Одаева Г. Современные тренды в производственных технологиях: от автоматизации до искусственного интеллекта // Вестник науки. 2024. №12 (81). С. 246–249.

4. Перетокин С.Н., Крутя Д.В., Коньшева Е.В. Анализ влияния цифровой трансформации на предприятия и рынок

труда // Вестник науки. 2024. №12 (81). С. 250–254.

5. Лаговская Е.В., Старикова А.А., Шиган А.В. Интернет вещей // Культура. Наука. Производство. 2023. №11. С. 30–35.

6. Баурина С.Б. Технологии будущего: умные производства в промышленности // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2020. №2. С. 123–132.

7. Лаговская Е.В., Коньшин И.В., Старикова А.А. История развития виртуальной реальности // Научный вестник Арктики. 2023. №14. С. 63–67.

8. Технологии дополненной реальности: [сайт]. URL: <https://developers.sber.ru/help/ar-vr/augmented-reality-technologies> (дата обращения: 22.01.2025).

9. Лаговская Е.В., Коньшин И.В., Старикова А.А. Иммерсивные технологии. Характеристики VR-гарнитур // Научный вестник Арктики. 2023. №15. С. 24–29.

10. Ключевые инструменты и форматы развития цифровой экономики: «умные» цифровые двойники и Центр НТИ СПбПУ:

[сайт]. URL: <https://nticenter.spbstu.ru/news/6722>.

11. Новые производственные технологии: [сайт]. URL: <https://issek.hse.ru/analysis/npt> (дата обращения: 22.01.2025).

12. Лекция «Способы формообразования заготовок деталей машин»: [сайт]. URL: http://moodle.spsu.ru/pluginfile.php/116278/mod_resource/content/1

13. Лаговская Е.В., Кучер Д.О. Особенности FDM-печати // Культура. Наука. Производство. 2024. №13. С. 27–36.

References

1. Dezhina I., Ponomarev A. Promising production technologies: new accents in the development of industry. *Foresight*. 2014; 2(1):16–29.

2. Markova V.D. Digitalization, or data flow-based management: [website]. URL: https://nl-a.ru/article_digital_management.

3. Odaeva G. Modern trends in production technologies: from automation to artificial intelligence. *Bulletin of Science*. 2024; 12 (81): 246–249.

4. Peretokin S.N., Krutaya D.V., Konyshova E.V. Analysis of the impact of digital transformation on enterprises and the labor market. *Bulletin of Science*. 2024; 12(81): 250–254.

5. Lagovskaya E.V., Starikova A.A., Shikan A.V. Internet of Things. *Culture. Science. Production*. 2023; (11): 30–35.

6. Baturina S.B. Technologies of the future: smart manufacturing in industry. *Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2020; (2): 123–132.

7. Lagovskaya E.V., Konshin I.V., Starikova A.A. History of of immersive tech-

nologies. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2023; (14):63–67.

8. Augmented reality technologies: [website]. URL: <https://developers.sber.ru/help/ar-vr/augmented-reality-technologies> (date of request: 22.01.2025).

9. Lagovskaya E.V., Konshin I.V., Starikova A.A. Immersive technologies. Characteristics of VR headsets. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2023; (15): 24–29.

10. Key tools and formats for the development of the digital economy: «smart» digital twins and the NTI SPbPU Center: [website]. URL: <https://nticenter.spbstu.ru/news/6722>.

11. New production technologies: [website]. URL: <https://issek.hse.ru/analysis/npt> (date of request: 22.01.2025).

12. Lecture Methods of forming blanks of machine parts. pdf [website]. URL: http://moodle.spsu.ru/pluginfile.php/116278/mod_resource/content/1

13. Lagovskaya E.V., Kucher D.O. Features of FDM printing. *Culture. Science. Production*. 2024; (13): 27–36.

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 14–18.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025; (19): 14–18.

Технические науки

Научная статья

УДК 691.16:691.175.5/8

doi: 10.52978/25421220_2025_19_14–18

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КРОВЕЛЬНЫХ
И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В РЕГИОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

Губина Наталья Анатольевна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: GubinaNA@norvuz.ru

Рагимова Римма Камыловна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: rimma.ragimova@icloud.com

Аннотация. Статья посвящена анализу кровельных и гидроизоляционных материалов, их роли в обеспечении надежности и долговечности строительных объектов. Основное внимание уделяется выбору материалов в зависимости от типа защищаемой поверхности, эксплуатационных и климатических условий. Рассматриваются три основные группы материалов: полимерные, битумно-полимерные и битумные. Подчеркивается, что в суровых климатических условиях Крайнего Севера полимерные материалы демонстрируют лучшие характеристики морозостойкости и долговечности. Также обсуждаются преимущества и недостатки различных видов материалов, включая их экономическую целесообразность и специфические характеристики, необходимые для работы в условиях экстремальных температур и ультрафиолетового излучения.

Ключевые слова: кровельные материалы, гидроизоляционные материалы, полимерные материалы, битумные материалы, климатические условия, морозостойкость, надежность, долговечность, Крайний Север.

Для цитирования: Губина Н.А., Рагимова Р.К. Современные тенденции развития кровельных и гидроизоляционных материалов, используемых в регионах Крайнего Севера // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 14–18. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_14–18.

Technical sciences

Original article

**MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ROOFING
AND HYDRO-INSULATING MATERIALS USED
IN THE REGIONS OF THE FAR NORTH**

Natalya A. Gubina

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: GubinaNA@norvuz.ru

Rimma K. Ragimova

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: rimma.ragimova@icloud.com

Abstract. The article is dedicated to the analysis of roofing and waterproofing materials, focusing on their role in ensuring the reliability and durability of construction objects. It emphasizes the selection of materials based on the type of protected surface, operational, and climatic conditions. Three main groups of materials are considered: polymer, bitumen-polymer, and bitumen materials. It is highlighted that in the harsh climatic conditions of the Far North, polymer materials demonstrate superior characteristics in terms of frost resistance and durability. The advantages and disad-

vantages of various types of materials are also discussed, including their economic viability and specific characteristics required for operation in extreme temperatures and ultraviolet radiation.

Keywords: roofing materials, waterproofing materials, polymer materials, bitumen materials, climatic conditions, frost resistance, reliability, durability, Far North.

For citation: Gubina N.A., Ragimova R.K. Modern Trends in the development of roofing and Hydro-insulating Materials used in the Regions of the Far North. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):14–18. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_14–18.

Кровельные, в том числе и гидроизоляционные материалы обеспечивают надежность и долговечность любого строительного объекта. Основным предназначением является защита строительных конструкций от проникновения атмосферных осадков и воздействия химически агрессивных жидкостей. При проектировании зданий и сооружений выбор различных видов кровельных и гидроизоляционных материалов в первую очередь зависит от типа защищаемой поверхности, а также эксплуатационных и климатических условий. Последний фактор при выборе строительных материалов является немаловажным критерием, так как именно климатические условия района проектирования предъявляют требования, от которых зависит долговечность и безопасность строительных конструкций.

На современном рынке кровельных и гидроизоляционных материалов представлены три вида материалов: полимерные, битумно-полимерные и битумные. Если речь идет о проектировании в суровых климатических условиях Крайнего Севера, то битумные и битумно-полимерные материалы суще-

ственно проигрывают и являются неэффективными по сравнению с полимерными, т.к. не соответствуют требованиям надежности и долговечности с точки зрения морозостойкости. Преимуществом битумных материалов является низкая стоимость.

Битумно-полимерные материалы – это модифицированный рубероид с небольшим добавлением в состав полимеров (10%) в составе материала не способствует изменениям его характеристик по морозоустойчивости. Существенным минусом данных материалов выступает пожароопасность, помимо этого процесс устройства кровель еще и трудозатратен, что является экономически не выгодным.

Преимуществом полимеров (см. таблицу) в отличие от битумов является позволение создания материала с заданным набором свойств (высокоэластичность, трещиностойкость и др.). На выпуске получают материалы нескольких назначений: кровельные, гидроизоляционные, а также антикоррозийного применения.

Преимущества работы с полимерными материалами

Преимущество	Описание
Безопасная технология применения	Исключает использование открытого огня при наплавлении (бутанпропан, температура пламени горелки – 1000 °C)
Сокращение сроков и себестоимости строительства	Снижает сроки и затраты в 1,5–2,5 раза благодаря более эффективным методам, уменьшению количества рабочих операций и оптимизации логистики
Снижение эксплуатационных затрат	Существенное сокращение расходов за счет увеличенной долговечности материалов (уменьшение межремонтных периодов)
Высокая культура проведения работ	Уменьшает риски возгорания объектов и травматизма среди сотрудников
Круглогодичное выполнение работ	Обеспечивает возможность выполнения работ в любое время года
Новые технические решения	Способствуют разработке и внедрению инновационных решений

Одним из плюсов полимерных материалов служит замена многослойного кровельного ковра на однослойный, что говорит о снижении постоянных нагрузок на строительные конструкции и уменьшении трудозатрат.

В настоящее время в России существует одна из ведущих отечественных компаний НПО «Гидрол-Руфинг», которая специализируется на создании современных морозоустойчивых полимерных композиционных, кровельных и гидроизоляционных материалов, предназначенных для использования в регионах Крайнего Севера [1].

Одной из основных тенденций развития кровельных и гидроизоляционных материалов в суровых условиях в первую очередь выступает импортозамещение. Компания «Гидрол-Руфинг» создает материалы на основе отечественного сырья, которые, исходя из опыта эксплуатации, показали высокие физико-технические характеристики. Как показывает практика, по качеству и характеристикам материалы ничуть не хуже зарубежных. Компания предлагает достаточно широкий ассортимент рулонных полимерных материалов для кровли и гидроизоляции [2].

Мембраны на основе каучука: ЭПДМ-мембраны (рис. 1) «Элон-Супер» (рис. 2) и «Элон-Супер-Л», изготовленные из синтетического каучука СКЭПТ, обладают высокой эластичностью и долговечностью.



Рис. 1. Кровля на основе каучука
(источник: <https://gidrol.ru/elon-super.html>)

«Элон-Супер-Л» дополнительно оснащен липким слоем для упрощения и ускорения монтажа, а также может

применяться для гидроизоляции фасадов [3].



Рис. 2. Кровля жилого дома серии П44Т
(источник: <https://gidrol.ru/elon-super.html>)

Мембраны на основе эластомера: ПВХ-мембраны «Кровлелон-А», «Кровлелон-Д» (рис. 3) и «Кровлелон-Г» (рис. 4) представляют собой надежные гидроизоляционные материалы для кровельных работ.



Рис. 3. ПВХ Кровлелон Д
(источник: <https://gidrol.ru/krovlelon-d.html>)



Рис. 4. Кровлелон Г (источник: <https://gidrol.ru/krovlelon-g.html>)

Мастичные материалы: «Кровлелит» и «Унимаст», в основе которых используется полимерхлорсульфополиэтилен (ХСПЭ). «Унимаст» (рис. 5) – универсальная мастика для создания гидроизоляционных, антикоррозионных и защитных покрытий, обладающая вы-

сокой адгезией к различным материалам.



Рис. 5. Гидроизоляция жидкой резиной «Унимаст» [2]

Бутиловые материалы: «Бутилон», «Армогидробутил» и «Бутиласт» на основе специализированного каучука обеспечивают эффективную гидроизоляцию.

Преимущества использования материалов «Гидрол-Руфинг»:

- пожаробезопасность при монтаже (особенно актуально для «Элон-Супер»);
- удобство и скорость монтажа (благодаря липкому слою «Элон-Супер-Л»);
- экономическая выгода по сравнению с зарубежными аналогами;
- высокая эффективность в обеспечении гидроизоляции и сокращении затрат на эксплуатацию;
- долговечность, подтвержденная как лабораторными, так и натурными испытаниями (от 25 до 100 лет и более 46 лет на практике).

Также стоит отметить, что полимерные материалы, разработанные НПО «Гидрол-Руфинг», были использованы на различных гражданских и производственных объектах таких городов, как Норильск, Северодвинск, Архангельск, Харп, Тур, Ухта, Усинск, Сыктывкар, Надым, Мирный (республика Саха), Тында, Певек, Салехард и др.

Кровельные гидроизоляционные материалы, предназначенные для эксплуатации в условиях Крайнего Севера, обладают рядом специфических характеристик, обусловленных уникальными климатическими условиями данного

региона. К числу основных отличий можно отнести следующие [4; 5]:

- **температурные колебания:** материалы должны быть способны выдерживать экстремально низкие температуры и резкие температурные перепады, что требует применения специализированных полимеров и добавок;

- **устойчивость к ультрафиолетовому излучению:** в условиях северного солнца критически важно, чтобы материалы обладали высокой устойчивостью к ультрафиолету, что предотвращает их деградацию;

- **водонепроницаемость:** гидроизоляционные материалы должны обеспечивать надежную защиту от влаги, особенно в период таяния снега и дождей;

- **паропроницаемость:** необходимо, чтобы материалы обеспечивали выход водяных паров, что позволяет избежать накопления влаги и образования конденсата;

- **гибкость:** материалы должны сохранять свою гибкость при низких температурах, чтобы предотвратить образование трещин и повреждений;

- **долговечность:** учитывая сложные климатические условия, материалы должны обладать длительным сроком службы и быть устойчивыми к механическим повреждениям;

- **легкость в монтаже:** в условиях сурового климата важно, чтобы материалы были легкими и удобными в установке, что может способствовать снижению трудозатрат;

- **экологичность:** важно использование экологически чистых материалов, которые не наносят вреда окружающей среде;

- **специальные добавки:** применение добавок, улучшающих морозостойкость и водоотталкивающие свойства, может быть критически важным;

- **сертификация:** материалы должны соответствовать определенным стандартам и сертификатам, подтверждающим их пригодность для использования в условиях Крайнего Севера.

Эти характеристики способствуют обеспечению надежной защиты кровли от неблагоприятных погодных условий и продлению срока службы зданий в северных регионах.

Таким образом, гидроизоляционные и кровельные материалы, предназначенные для эксплуатации в условиях Крайнего Севера, представляют собой уникальную категорию строительных изделий, разработанных с учетом специфики местного климата. Их особые характеристики, такие как высокая морозостойкость, устойчивость к ультрафиолетовому излучению, надежная водонепроницаемость и паропроницаемость, а также гибкость при низких температурах, играют ключевую роль в обеспечении долговечности и надежности строительных конструкций в суровых погодных условиях.

Учитывая изменения климата и нормативные требования к устойчивости зданий в условиях температурных

колебаний, актуальность разработок в области новых полимерных составов и специальных добавок, повышающих эксплуатационные характеристики материалов, неуклонно растет. Стремление к улучшению удобства монтажа и экологичности материалов также создает дополнительные вызовы и возможности для будущих исследований.

Дальнейшее исследование и совершенствование гидроизоляционных и кровельных материалов для Крайнего Севера является важной задачей, способствующей не только повышению качества строительства в северных регионах, но и увеличению общей устойчивости строительных объектов. Надежная защита кровельных конструкций от воздействия неблагоприятных климатических факторов будет способствовать продлению срока службы зданий и улучшению условий жизни населения в этих удаленных и сложных природных условиях.

Список источников

1. Морозостойкие полимерные кровельные материалы для северных широт: [сайт]. URL: <https://gidrol.ru/polimernye-materialy-dlya-sibiri-i-krainego-severa.html>. (дата обращения: 20.10.2024).

2. Кровельные материалы для условий Арктики: [сайт]. URL: <https://gidrol.ru/tezisi-k-dokladu-po-teme-krovelnie-materiali-dlja-uslovij-arktiki.html>. (дата обращения: 20.10.2024).

3. Гидроизоляция кровли зданий НПО «Гидрол-Руфинг»: [сайт]. URL: [https://spsi-](https://spsi-sro.ru/articles/Stroitelstvo/gidroizolyatsiya-krovli-zdaniy-npo-gidrol-rufing/)

[sro.ru/articles/Stroitelstvo/gidroizolyatsiya-krovli-zdaniy-npo-gidrol-rufing/](https://spsi-sro.ru/articles/Stroitelstvo/gidroizolyatsiya-krovli-zdaniy-npo-gidrol-rufing/). (дата обращения: 22.10.2024).

4. Горбунов Г.И. Основы строительного материаловедения (состав, химические связи, структура и свойства строительных материалов). М., 2002. 168 с.

5. Губина Н.А., Вакуленко Т.И., Рагимова Р.К. Север – начало успешного строительства на многолетней мерзлоте // Научный вестник Арктики. 2022. №12. С. 89.

References

1. Frost-resistant polymer roofing materials for northern latitudes: [website]. URL: <https://gidrol.ru/polimernye-materialy-dlya-sibiri-i-krainego-severa.html> (date of publication: 10/20/2024).

2. Roofing materials for Arctic conditions: [website]. URL: <https://gidrol.ru/tezisi-k-dokladu-po-teme-krovelnie-materiali-dlja-uslovij-arktiki.html> (date of reference: 10/20/2024).

3. Waterproofing of the roof of the NGO «Hydro-Rufing» buildings: [website]. URL:

<https://spsi-sro.ru/articles/Stroitelstvo/gidroizolyatsiya-krovli-zdaniy-npo-gidrol-rufing/>. (date of reference: 10/22/2024).

4. Gorbunov G.I. Fundamentals of building materials science (composition, chemical bonds, structure and properties of building materials). M., 2002. 168 p.

5. Gubina N.A., Vakulenko T.I., Ragimova R.K. The North is the beginning of successful construction on permafrost. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2022;(12):89.

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 19–26.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025;(19):19–26.

Технические науки

Научная статья
УДК 681.5:004.942
doi: 10.52978/25421220_2025_19_19–26

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ
В ИНТЕРЕСАХ МАЛОГО БИЗНЕСА**

Беляев Игорь Сергеевич

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: BelyaevIS@norvuz.ru

Костенко Никита Викторович

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: Kostenkonv@norvuz.ru

Газизова Юлия Илдусовна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: Gazizava5@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения информационных процессов для создания цифрового двойника города Норильска в интересах развития малого бизнеса. Анализируются особенности формирования цифровых двойников муниципальных образований в условиях Арктического региона. Предложена архитектура цифрового двойника, включающая геопространственную платформу, систему сбора и интеграции данных, аналитическую подсистему и модуль визуализации. Описаны этапы создания цифрового двойника и перспективные направления его использования для поддержки малого предпринимательства. Обоснована актуальность внедрения данной технологии для повышения эффективности управления городской средой и создания благоприятных условий для бизнеса в сложных климатических условиях Крайнего Севера.

Ключевые слова: цифровой двойник, муниципальное образование, малый бизнес, Арктический регион, Норильск, информационные процессы, городское управление.

Для цитирования: Беляев И.С., Костенко Н.В., Газизова Ю.И. Применение информационных процессов для создания цифровых двойников муниципальных образований в интересах малого бизнеса // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 19–26. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_19–26.

Technical sciences

Original article

**APPLICATION OF INFORMATION PROCESSES TO CREATE DIGITAL TWINS
OF MUNICIPALITIES FOR THE BENEFIT OF SMALL BUSINESSES**

Igor S. Belyaev

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: BelyaevIS@norvuz.ru

Nikita V. Kostenko

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: Kostenkonv@norvuz.ru

Julia I. Gazizova

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: Gazizava5@gmail.com

Abstract. The article explores the possibilities of applying information processes to create a digital twin of the city of Norilsk in the interests of small business development. The features of forming digital twins of municipalities in the Arctic region are analyzed. The architecture of the digital twin is proposed, including a geospatial platform, a system for data collection and integration, an analytical subsystem, and a visualization module. The stages of creating a digital twin and promising areas of its use to support small entrepreneurship are described. The relevance of implementing this technology to improve the efficiency of urban environment management and create favorable conditions for business in the harsh climatic conditions of the Far North is substantiated.

Keywords: digital twin, municipality, small business, Arctic region, Norilsk, information processes, urban management.

For citation: Belyaev I.S., Kostenko N.V., Gazizova Yu.I. Application of information processes to create digital twins of municipalities for the benefit of small businesses *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):19–26. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_19–26.

Введение. Современная российская практика в сфере управления муниципальными образованиями все более активно обращается к концепции «цифровых двойников» (ЦД), фокусируясь на потенциальном повышении эффективности городских процессов и взаимодействия с субъектами малого бизнеса. Под цифровым двойником понимается виртуальная модель реального объекта или комплекса инфраструктуры, с которой могут быть сопряжены постоянно обновляемые сведения об инфраструктурных, экологических и социальных параметрах. Наряду с базовой функцией зеркального отражения городской среды, ЦД призваны помогать в прогнозировании изменений, моделировании различных сценариев развития и выборе оптимальных управленческих решений.

Актуальность применения цифровых двойников особенно высока в арктической зоне, где экологические и климатические условия значительно усложняют пути логистики и эксплуатации ресурсных объектов. Город Норильск при этом рассматривается как иллюстрация необходимости внедрения цифровых методов мониторинга, поскольку сочетает в себе признаки удаленного промышленного центра с высокой плотностью различной производственной инфраструктуры. Как отмечается в открытых источниках, создание «цифрового двойника» Норильска позволит повысить устойчивость и адаптивность городской экономики, а также

обеспечить поддержку принятия решений для малого предпринимательства.

В последние годы интерес к цифровым двойникам усиливается по ряду причин. Во-первых, тенденция к цифровизации управления городской средой получает приоритетное внимание, как со стороны государственной политики, так и со стороны коммерческого сектора. Во-вторых, отмечается возрастающая роль аналитических инструментов, способных комплексно обрабатывать большие массивы данных — начиная от технических параметров инфраструктуры и заканчивая социальными показателями. В-третьих, малый бизнес видит в этих технологиях прикладную ценность: сокращается время на тестирование идей, снижается риск выбора неэффективных решений, повышается прогнозная точность при ограниченных ресурсах.

Сложность региона, подобного Норильску, дополнительно актуализирует задачу распределенного сбора данных при ограниченных каналах связи и экстремальных климатических условиях. Следовательно, требуется специальная методология, учитывающая факторы автономности информационных систем, надежность сенсорных устройств и возможность расширения функционала цифровой модели. Своевременный учет указанных аспектов важен для достижения цели — обеспечения комфортной среды для населения при одновременной поддержке активности малого бизнеса.

Таким образом, целевое назначение создания цифровых двойников в арктической зоне можно сформулировать как стремление к сквозной оптимизации процессов управления городской средой, включая рационализацию ресурсов, снижение эксплуатационных расходов и повышение инвестиционной привлекательности территории. В дальнейшем рассмотрение основных теоретических и практических аспектов данной тематики позволит не только подчеркнуть актуальность внедрения цифровых двойников в суровых климатических условиях, но и показать конкретные выгоды с точки зрения развития малого предпринимательства.

Теоретические основы создания цифровых двойников городов

Теоретические основы создания цифровых двойников городов базируются на представлении о городе как о сложной многовекторной системе, в которой тесно взаимодействуют инфраструктурные, экологические и социальные процессы. Цифровой двойник должен отражать эту сложность путем синтеза различных моделей и данных, собираемых в реальном времени через распределенные сенсорные сети и городские информационные системы. Подобное отражение предполагает не только создание виртуальной копии городской среды, но и разработку механизмов анализа текущего состояния и прогнозирования изменений в условиях динамично изменяющихся факторов.

Важным методологическим положением является эволюционный подход: отдельные цифровые двойники (например, транспортной сети или коммунальной инфраструктуры) последовательно объединяются в единую платформу, где каждый из них «учится» взаимодействовать друг с другом и обмениваться результатами моделирования. Подобная эволюционная интеграция упрощает последовательное расширение функционала системы и сни-

жает риск, связанный с одновременным запуском слишком сложной модели. При этом центральное место занимает архитектура цифровых двойников, включающая различные классы математических и имитационных моделей, от нейросетевых до статистических, которые настраиваются с учётом специфики каждого направления.

Другим теоретическим аспектом является системная роль непрерывного потока данных из разнообразных информационных источников. Концепция цифрового двойника города предполагает, что аналитические подсистемы не только собирают и хранят большие объёмы показателей (например, показатели трафика или расхода ресурсов), но и проводят интеллектуальный анализ с помощью технологий машинного обучения и больших данных. Таким образом, высокая степень автоматизации неразрывно связана с возможностью проводить оперативный мониторинг и формировать долгосрочные сценарии развития городской среды.

Теоретические основы цифровых двойников городов охватывают и вопросы информационной инфраструктуры, которая должна обеспечивать полноценную интеграцию сенсорных систем, «туманных» вычислений и механизмов очистки данных. С точки зрения концепции умных городов, такой подход позволяет обрабатывать информацию как на периферии (ближе к источникам данных), так и в централизованных облачных системах. Это не только ускоряет реакцию на события, но и снижает нагрузку на сеть, что является критически важным фактором в масштабных городских проектах.

Практические результаты применения данных теоретических положений выражаются в способности цифрового двойника анализировать взаимосвязь технологических, экономических и социальных параметров в городской среде. Такая комплексность обеспечивает реализацию прогностической функции

системы и предлагает сценарные решения для управления ресурсами и планирования городского развития. Согласно современной научной перспективе, именно эта интеграция данных, моделей и аналитики превращает цифровой двойник в полноценный инструмент для оценки жизнеспособности, устойчивости и перспектив роста современного города.

Возможности цифрового двойника для поддержки малого бизнеса

Возможности цифрового двойника для поддержки малого бизнеса проявляются через ряд прикладных аспектов, связанных с повышением эффективности, снижением рисков и оптимизацией бизнес-процессов. Виртуальное моделирование реальных объектов помогает выявлять потенциальные узкие места и заранее тестировать идеи без необходимости запуска сложных и зачастую дорогостоящих пилотных проектов. Подобный подход особенно важен для небольших компаний, ресурсный потенциал которых ограничен, а действия часто связаны с высокой степенью риска при внедрении новых технологий или планировании экспериментов.

Цифровой двойник упрощает процесс принятия управленческих решений за счет обоснованного анализа показателей. Регулярное обновление данных о загруженности складов, наличии запасов и состоянии оборудования позволяет бизнесу в режиме реального времени контролировать ключевые процессы и затраты. Основываясь на собранной информации, предприниматель получает инструменты точечного прогноза, включая варианты развития спроса или изменения логистических цепочек. Такая ориентация на точечный анализ обеспечивает адресную поддержку при выборе инвестиционных стратегий и планировании ассортимента в ритейле.

Возможность быстрой адаптации к внешним изменениям становится кри-

тическим фактором конкурентоспособности, особенно в ситуациях, когда развитие предприятия зависит от нестабильных цен на ресурсы или от нерегулярных поставок. Цифровой двойник позволяет отслеживать и моделировать данные о климате, состоянии транспорта и уровне потребления энергии, что предоставляет дополнительную гибкость при реагировании на форс-мажорные обстоятельства. Для компаний, работающих в регионах с экстремальными условиями, эта способность к адаптации может оказаться решающей при формировании устойчивого плана развития.

Информационная прозрачность, которую обеспечивает цифровой двойник, создает благоприятную среду для оптимизации процессов обслуживания клиентов. Предприниматель может прогнозировать пиковые нагрузки и планировать необходимое количество персонала, исходя из фактических данных. В ритейле это выражается в правильном размещении товара на полках, своевременном пополнении запасов и рациональном использовании торговых площадей. В сфере обслуживания – в умении гибко подстраиваться под колебания клиентского потока, параллельно поддерживая комфортный уровень сервиса и распределяя нагрузку на сотрудников.

Экономия временных и финансовых ресурсов достигается за счет виртуальных экспериментов, в ходе которых бизнес может безопасно «проигрывать» различные сценарии. Технология позволяет проверить эффективность новых решений в безрисковой среде и определить оптимальные конфигурации оборудования, логистики и персонала. При необходимых доработках система оперативно обновляется, что снимает дополнительные расходы на масштабные физические тесты и сокращает сроки внедрения улучшений.

Комплексность подхода, связанная с реализацией цифровых двойников, де-

лает эту технологию особенно привлекательной для малого бизнеса, который стремится рационально использовать каждый вложенный рубль и минимизировать риски. Внедрение цифрового двойника обеспечивает прозрачность процессов, помогает находить и устранять неэффективные участки и формирует базу для стратегического роста, учитывающего реальные данные о текущем состоянии рынка и инфраструктуры. Такая гибкость в принятии решений и высокая степень автоматизации позволяют предпринимателям удерживать конкурентные позиции даже в условиях нестабильной среды и активно использовать возникающие возможности для развития бизнеса.

Перспективные направления использования цифрового двойника

Перспективные направления использования цифрового двойника охватывают широкий спектр отраслей и задач, связанных с городским планированием, управлением ресурсами и повышением качества жизни населения. Одним из ключевых направлений является реализация концепции «умного» и комфортного пространства, когда цифровой двойник служит базой для принятия взвешенных градостроительных решений с опорой на реальные данные о населении, транспортных потоках и коммунальной инфраструктуре. Применение этой технологии помогает осуществлять рациональное размещение новых объектов, учитывать специфику территориальных ограничений и формировать обоснованную стратегию развития городских районов с учетом будущих потребностей.

Другая важная сфера применяется при оптимизации эксплуатации и обслуживания городской инфраструктуры, включая дорожную сеть, здания, энергетические подстанции и другие объекты, непосредственно влияющие на качество жизни горожан. Цифровой

двойник здесь обеспечивает постоянный мониторинг и диагностику состояния систем, позволяя предупреждать аварии и минимизировать издержки на содержание хозяйства. Анализ больших объемов данных в реальном времени дает возможность своевременно выявлять потенциальные сбои и предлагать решения по их устранению еще до возникновения серьезной проблемы.

Еще одним перспективным направлением считается адаптация процессов логистики и цепочек поставок с учетом актуальных данных о состоянии транспорта и инфраструктурных объектов. Сокращение времени простоя, повышение точности расписаний и оптимизация маршрутов непосредственно зависят от полноты и актуальности сведений, которые предоставляет цифровой двойник. Компании могут прогнозировать пиковые нагрузки, перенаправлять транспортные потоки и корректировать цепочки поставок для формирования более эффективной модели взаимодействия с партнерами и конечными потребителями.

Цифровое моделирование также востребовано в проектировании новых кварталов и реновации городских территорий, что особенно актуально для мегаполисов и промышленных центров, заинтересованных в расширении жилого фонда и модернизации «проблемных» зон. В данном случае внедрение цифрового двойника открывает путь к комплексной оценке будущих нагрузок и устойчивости построек, а также к анализу экологических и социальных последствий каждого планируемого шага. Технология позволяет учитывать не только технические параметры зданий, но и их влияние на местные сообщества, транспортные и энергетические ресурсы.

Модель управления городской инфраструктуры через цифровые технологии представлена на рисунке.



Улучшение управления городской инфраструктуры через цифровые технологии

Постоянно растет интерес к возможности использования цифрового двойника в сфере охраны окружающей среды и мониторинга климатических изменений. В городских условиях такая система помогает собирать и анализировать данные о выбросах, уровне загрязнения воздуха и состоянии водных ресурсов, формируя основу для политики экологически ответственного развития. Гибкость цифрового механизма позволяет тестировать разные варианты экологических инициатив (например, переход на альтернативную энергетику) и оценивать их последствия с точки зрения снижения негативного воздействия на природу.

В контексте развития промышленности и инновационных производств цифровые двойники приобретают все большее значение благодаря возможности быстрого внедрения прототипов и оперативному тестированию тех или иных проектных решений на виртуальных моделях. Технология сокращает время вывода продуктов на рынок и повышает их качество, позволяя бизнесу быстро адаптироваться к запросам потребителей. В долгосрочной перспективе такая

интеграция цифровых двойников способствует появлению новых точек роста местной экономики и стимулирует развитие предпринимательского потенциала в каждом из направлений городской деятельности.

Заключение. Внедрение технологии цифрового двойника в Норильске способно существенно повысить эффективность принятия управленческих решений на муниципальном уровне. Это особенно важно в контексте сложных климатических условий и географической изолированности города, где каждое решение должно быть тщательно взвешено и обосновано.

Для малого бизнеса цифровой двойник становится мощным инструментом анализа и прогнозирования. Предприниматели получают доступ к актуальной информации о городской среде, что позволяет им принимать более обоснованные решения о размещении объектов, формировании ассортимента и стратегиях развития. Это особенно ценно в условиях ограниченного рынка и высоких рисков, характерных для арктических территорий.

Важно отметить, что создание цифрового двойника Норильска требует комплексного подхода и тесного взаимодействия между муниципальными властями, бизнес-сообществом и научными организациями. Только такое сотрудничество позволит создать действительно эффективный инструмент, отвечающий потребностям всех заинтересованных сторон.

Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на детальную проработку архитектуры системы, разработку алгоритмов анализа данных, адаптированных к специфике Арктического региона, а также на создание удобных интерфейсов для различных категорий пользователей. Особое внимание следует уделить вопросам информационной безопасности и защиты персональных данных при работе с цифровым двойником.

Кроме того, важным направлением дальнейшей работы является интеграция цифрового двойника Норильска с аналогичными системами других арктических городов. Это позволит создать единую информационную среду для анализа и прогнозирования развития Арктического региона в целом.

В заключение стоит подчеркнуть, что создание цифрового двойника Норильска – это не просто технологический проект, а важный шаг в развитии города и всего Арктического региона. Эта технология имеет потенциал стать катализатором инновационного развития, способствуя созданию новых бизнес-моделей, повышению качества жизни населения и устойчивому развитию территории в сложных климатических условиях Крайнего Севера.

Список источников

1. Лычкина Н.Н., Павлов В.В. Концепция цифрового двойника и роль имитационных моделей в архитектуре цифрового двойника // Имитационное моделирование. Теория и практика: сборник трудов. Казань: Издательство АН РТ, 2023. С. 139–149.
2. Петров А.М., Попов А.Н. Анализ существующих решений совершенствования измерительно-вычислительных комплексов сетей теплоснабжения // *Construction and Geotechnics*. 2021. Т. 12. №1. С. 18–29.
3. Абрамов В.И., Кашироков А.С. Цифровые двойники – эффективные инструменты цифровой трансформации ЖКХ // Цифровая экономика и финансы: материалы IV Международной научно-практической конференции. СПб.: Астерион, 2021. С. 139–143.

4. Петров А.М., Попов А.Н., Кузяков О.Н. Совершенствование архитектуры интеллектуальных систем управления // *Автоматизация и информатизация ТЭК*. 2023. № 4(597). С. 15–22.
5. Кондакова, Ю.А. Цифровые двойники как элемент глобальной цифровой трансформации // *Трансформация экономики и управления: новые вызовы и перспективы: сборник статей*. СПб.: Скифия-принт, 2024. С. 216–224.
6. Разработка аналитических подходов к вопросам повышения бизнес-эффективности корпоративных и производственных процессов / Л.Н. Бодрякова, И.С. Беляев, Е.Н. Долженко, Е.А. Кирсанова // *Дизайн и технологии*. 2022. №91–92. С. 68–75.

References

1. Lychkina N.N., Pavlov V.V. The concept of a digital twin and the role of imitation models in the architecture of a digital twin // *Simulation modeling. Theory and practice: a collection of works*. Kazan: Publishing House of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 2023. Pp. 139–149.

2. Petrov A.M., Popov A.N. Analysis of existing solutions for improving measuring and computing complexes of heat supply networks. *Construction and Geotechnics*. 2021; 12(1): 18–29. (In Russ.).
3. Abramov V.I., Kashirokov A.S. Digital twins-effective tools for the digital transfor-

mation of housing and communal services // Digital economy and finance: materials of the IV International Scientific and Practical Conference. SPb.: Astana, 2021. Pp. 139–143.

4. Petrov A.M., Popov A.N., Kuzyakov O.N. Improving the architecture of intelligent control systems. *Automation and informatization of the Fuel and Energy Complex*. 2023; 4(597):15–22. (In Russ.).

5. Kondakova Yu.A. Digital twins as an element of global digital transformation // Trans-

formation of economic sand management: new challenges and prospects: collection of articles. SPb.: Scifia-print, 2024. Pp. 216–224.

6. Development of analytical approaches to improving the business efficiency of corporate and production processes/ L.N. Bodryakova, I.S. Belyaev, E.N. Dolzhenko, E.A. Kirsanova. *Design and technology*. 2022; (91–92): 68–75. (In Russ.).

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 27–35.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025; (19): 27–35.

Технические науки

Научная статья
УДК 669.18.013
doi: 10.52978/25421220_2025_19_27–35

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ В МЕТАЛЛУРГИИ СИСТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ, РАССМАТРИВАЕМЫХ
КАК ВТОРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**

Кармановская Наталья Владимировна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: karmanovskayanv@norvuz.ru

Авилова Диана Вячеславовна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: dianochka201@gmail.com

Сватков Юрий Юрьевич

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: svatkov_1985@mail.ru

Аннотация. Переработка промышленных и бытовых отходов является неотъемлемой частью устойчивого развития цветной металлургии. В данной статье рассмотрены вопросы внедрения систем переработки отходов как вторичных материальных ресурсов (ВМР) в цветной металлургии. Анализируется текущее состояние переработки отходов, существующие технологии и методы, а также экономическая эффективность внедрения данных систем. Особое внимание уделено регуляторным и законодательным аспектам, а также перспективам и стратегиям развития систем переработки. Статья иллюстрирует значимость переработки отходов для улучшения экологической ситуации и устойчивого развития экономики

Ключевые слова: цветная металлургия, переработка отходов, вторичные материальные ресурсы, устойчивое развитие, технологии переработки, экономика, регуляторные аспекты, законодательство.

Для цитирования: Кармановская Н.В., Авилова Д.В., Сватков Ю.Ю. Разработка и внедрение в металлургии систем переработки промышленных и бытовых отходов, рассматриваемых как вторичные материальные ресурсы // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 27–35. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_27–35.

Technical sciences

Original article

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION IN METALLURGY OF SYSTEMS
FOR PROCESSING INDUSTRIAL AND MUNICIPAL WASTE WHICH ARE
CONSIDERED AS SECONDARY MATERIAL RESOURCES**

Natalia V. Karmanovskaya

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: karmanovskayanv@norvuz.ru

Diana V. Avilova

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: dianochka201@gmail.com

Yuri Y. Svatkov

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: svatkov_1985@mail.ru

Abstract. Recycling industrial and household waste is an integral part of the sustainable development of non-ferrous metallurgy. This article discusses the implementation of waste processing systems as secondary material resources (SMR) in non-ferrous metallurgy. The current state of waste processing, existing technologies and methods, as well as the economic efficiency of implementing these systems are analyzed. Particular attention is paid to regulatory and legislative aspects, as well as prospects and strategies for the development of recycling systems. The article illustrates the importance of waste recycling to improve the environmental situation and sustainable economic development

Keywords: non-ferrous metallurgy, waste recycling, secondary material resources, sustainable development, processing technologies, economics, regulatory aspects, legislation.

For citation: Karmanovskaya N.V., Avilova D.V., Svatkov Yu.Y. Development and implementation in metallurgy of industrial and household waste processing systems considered as secondary material resources. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):27–35. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_27-35.

Введение. Цветная металлургия играет ключевую роль в экономике многих стран, обеспечивая необходимыми материалами различные отрасли промышленности. Однако с ростом производства и потребления цветных металлов становится все более актуальной проблема отходов, образующихся в процессе их переработки и использования. Промышленные и бытовые отходы содержат значительное количество ценных металлов и других полезных компонентов, которые могут быть переработаны и повторно использованы, что снижает нагрузку на окружающую среду и способствует устойчивому развитию экономики.

Актуальность темы исследования связана с растущими экологическими заговздками, такими как загрязнение окружающей среды и истощение природных источников. Переход на модели циркулярной экономики и внедрение технологий по переработке отходов во вторичные материальные ресурсы (ВМР) становятся не просто трендом, а необходимостью для обеспечения стабильности цветной металлургии. Использование ВМР способствует не только снижению употребления первичных ресурсов, но и уменьшает объемы отходов, что в свою очередь положительно сказывается на экологии.

Объектом исследования являются системы переработки индустриальных и бытовых отходов в цветной металлургии. Предметом исследования выступают спецтехнологии и методы, позволяющие эффективно извлекать вторичные

материальные источники из этих отходов. Цель исследования заключается в разработке и введении эффективных технологий переработки отходов, способствующих оптимизации процессов в цветовой металлургии и использованию ВМР как ценного сырья.

Основные виды отходов в цветовой металлургии. В цветной металлургии отходы классифицируются по происхождению, составу и приемам переработки. Основные виды отходов включают шлаки, которые формируются в процессе плавки металлов и могут содержать оксиды, флюсы и примеси. Шлаки, возникающие в процессе плавки, могут быть переработаны для получения вторичных металлов или приняты на вооружение в строительстве, что снижает нагрузку на окружающую среду и способствует экономии источников. Процесс внедрения технологий по переработке шлаков становится нужным условием для устойчивого развития отрасли.

Другим важным видом отходов считается пыль, возникающая вследствие процессов дробления, измельчения и обжига. Она часто содержит ценные металлы и требует тщательной очистки и переработки, может минимизировать потери ресурсов. Разработка технологий для извлечения и повторного применения этих металлов откроет новые горизонты для повышения результативности производства. Отходы от обогащения руды, содержащие токсичные составляющие, также нуждаются в специальной утилизации, чтобы предотвратить миазм почвы и водоемов.

Механическая обработка цветных металлов приводит к образованию железных стружек и обрезков, которые могут быть переработаны, что сокращает объемы отходов и увеличивает выход вторичных материалов.

К количеству отходов относятся и химические остатки, возникающие при использовании токсичных препаратов в металлургических процессах. Для безопасной утилизации таких отходов надобно строгий контроль и выполнение экологических стандартов.

Аспекты переработки отходов. Переработка отходов, рассматриваемых как вторичные физические ресурсы, играет ключевую роль в переходе к устойчивой экономике. С точки зрения экологии, один из главных преимуществ переработки является снижение нагрузки на свалки. Это не уменьшает объем мусора, но снижает риск загрязнения окружающей среды, что особенно важно в условиях глобальных климатических перемен. Кроме того, переработка способствует сохранению природных источников, таких как древесина и минералы, позволяя сохранить их для будущих поколений.

С финансовой точки зрения переработка отходов создает новые рабочие места и содействует развитию инноваций. Сфера переработки требует специалистов для разных этапов – от сбора и сортировки до переработки и распределения вторичных материалов. Это дает возможности для трудоустройства и повышает навыки работников. Использование вторичных материалов позволяет также сократить затраты на первичные ресурсы, что положительно сказывается на доходности компаний. Переработка отходов является не только экологически рациональным шагом, но и экономически выгодным. Важно, чтобы государство деятельно поддерживало эту практику, внедряя стимулы для бизнеса и повышая компетенцию общества о значении переработки.

Текущее состояние системы переработки отходов в цветной металлургии. Такая система переработки отходов пребывает на стадии активного развития и модернизации. Современные технологии разрешают эффективно извлекать ценные металлы и другие компоненты из промышленных и бытовых отходов. Однако существуют определенные трудности, связанные с устаревшей инфраструктурой, неудовлетворительным финансированием и отсутствием единой государственной политики в области переработки отходов.

Одной из основных проблем является недостаточная эффективность существующих технологий. Многие фирмы все еще используют устаревшие методы переработки, которые не обеспечивают высоченный процент извлечения ценных компонентов. Это приводит к увеличению размера отходов, отправляемых на свалки, и снижению экономической эффективности переработки [1].

В России посредственный уровень использования вторичного сырья можно оценить примерно в 1/3, что в 2–2,5 раза ниже, чем в более развитых странах (см. таблицу). В результате имеют место значительные потери материально-сырьевых и топливно-энергетических источников (ТЭР), содержащихся в отходах, и одновременно продолжается интенсивное накопление неиспользуемых отходов в окружающей среде. Несмотря на принимаемые Правительством РФ меры по обеспечению экологической безопасности, экологическая обстановка во многих регионах России во взаимосвязи с воздействием неиспользуемых отходов не улучшается: уровни загрязнения погодного воздуха в 83 городах с населением около 40 млн. чел. превышают допустимые нормы в 10 и более раз. Почти половина жителей РФ потребляет недоброкачественную питьевую воду. Ежегодно возникнет примерно 7 млрд. т отходов производства и потребления, в т.ч. 120 млн. т токсичных промышленных отходов.

**Оценка доли вторичного сырья в производстве
наиболее важных видов промышленной продукции**

Виды промышленной продукции	Вторичное сырье	Доля вторичного сырья в производстве продукции, %
Картонно-бумажная промышленная продукция	Макулатура	18,0
Сталь	Лом черных металлов	27,0
Продукция из термопластичных полимеров	Дробленка, агломерат кварцевый, гранулят из отходов термопласта	4,2
Резинотехнические изделия	Крошка резиновая, регенерация	3–4
Нерудные строительные материалы (щебень, гравий, песок)	Отходы добычи, обогащения и металлургии, золы и шлаки ТЭС	3–4

Значение вторичных физических ресурсов в производстве. Вторичные материальные ресурсы (ВМР) играют существенную роль в производстве и экологии. Формируют замкнутые производственные циклы, что в свою очередь способствует более эффективному использованию ресурсов. Применение доктрины замкнутой экономики позволяет минимизировать отходы и улучшить солидность производственных процессов. Вместо того чтобы выбрасывать принятые на вооружение материалы, компании могут интегрировать их обратно в производственную цепочку, что гарантирует постоянный доступ к ресурсам и снижает зависимость от внешних поставок.

Увеличение интереса к ВМР со стороны покупателей и инвесторов подчеркивает важность устойчивого роста бизнеса. Потребители становятся наиболее осознанными, выбирая продукты, которые способствуют защите находящейся вокруг среды. Это побуждает производителей активнее обращаться к переработанным материалам, образуя не только новые продукты, но и положительный имидж компании. Инвестиции в переработку ВМР способствуют технологическому прогрессу. Новые методы обработки и повышения свойства вторичных материалов открывают потенциальные возможности для перехода на более эффективные и экологические процессы. Такие инвестиции становятся стимулом роста и развития целых отраслей.

Вторичные ресурсы – сырье, материалы, изделия и отходы производства, которые образуются при производстве продукции и имеют все шансы в дальнейшем быть применены в производственном процессе при изготовлении свежей продукции. Использование вторичных ресурсов, как правило, экономически лучше добычи, обогащения и подготовки первичных ресурсов. Основные виды вторичных источников: лом и отходы черных, цветных и драгоценных металлов, отработанные нефтепродукты, виды переработки, резиносодержащие отходы. При этом главное свойство отходов ВМР – многократное «воспроизводство», что дает основания классифицировать их как одну из разновидностей повторяемых материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов.

Эффективное использование вторичных материальных ресурсов не только способствует экономии и совершенствованию экологии, но и влияет на социальные аспекты, такие как повышение значения жизни и качество труда. Сохраняя баланс между финансовым развитием и заботой об окружающей среде, можно построить наиболее устойчивое будущее.

Существующие технологии и методы переработки отходов. В цветовой металлургии используются различные технологии и методы переработки отходов, включая устройства механические,

химические, пирометаллургические и гидрометаллургические [2]. *Механические способы* включают дробление, измельчение и сортировку отходов, что позволяет отгородить ценные металлы от других материалов. Такая переработка гарантирует не только высокую степень извлечения, но и минимизирует воздействие на находящуюся вокруг среду, благодаря снижению объемов захоронений и уменьшению надобности в первичных ресурсах. Механические методы, применяемые в цветной металлургии, содействуют не только экономии ресурсов, но и устойчивому развитию в рамках циркулярной экономики. Переход к переработке ВМР способствует снижению воздействия на экосистемы и созданию новых возможностей для применения вторичных материалов в производственных циклах.

Химические методы применяют различные химические реакции для извлечения металлов из отходов. Они снижают негативное воздействие на экосистему, позволяя минимизировать микроколичество захороненных отходов. Развитие химических технологий в цветной металлургии считается важнейшим направлением для рационального использования ресурсов. Внедрение свежих инициатив и более экологически чистых процессов переработки может значительно повысить уровень переработки ВМР, обеспечивая более стойкое будущее для металлургической отрасли.

Пирометаллургические и гидрометаллургические методы используются для переработки сложных смесей отходов, содержащих большое микроколичество ценных металлов. Эти подходы позволяют извлекать полезные составляющие из отходов, рассматриваемых как вторичные материальные ресурсы. Пирометаллургия содержит процессы, происходящие при высоких температурах, что способствует плавлению, рафинированию и филиалу металлов от примесей. Гидрометаллургические ме-

тоды основаны на использовании растворов для извлечения металлов, что делает их больше экологичными и менее энергоемкими. Эти методы часто применяются для переработки отходов, содержащих металлы в невысоких концентрациях, благодаря чему возможно извлечение ценных компонентов из огромных объемов отходов. Объединение пирометаллургических и гидрометаллургических методов в рамках стабильной переработки отходов обретает все большую значимость. Применение интегрированных спецтехнологий помогает уменьшить нагрузку на природные ресурсы и минимизировать объемы формируемых отходов, становясь важным шагом к зеленой экономике.

Большое значение в системе переработки играют современные технологии автоматизации и роботизации, которые значительно повышают эффективность и точность процессов. Использование роботов и механических систем сортировки позволяет уменьшить количество ошибок и повысить выход переработанных материалов [3].

Экономическая эффективность внедрения систем переработки отходов. Экономическая отдача внедрения систем переработки отходов в цветной металлургии находится в зависимости от нескольких факторов, включая стоимость первичного сырья, расценки на вторичные материалы, затраты на переработку и транспортировку отходов. Внедрение систем переработки позволяет снизить зависимость от дорогостоящего первичного сырья и уменьшить издержки на утилизацию отходов [4]. Однако начальные инвестиции в модернизацию оборудования и внедрение новых технологий могут быть значительными, что требует скрупулезного анализа экономической целесообразности.

Современные методы, такие как металлургия и пирометаллургия, не только улучшают процессы очистки, но и позволяют результативно извлекать металлы из вторичных ресурсов. Эти

технологии способствуют возрастанию производительности и сокращению энергозатрат, что в итоге снижает углеродный трек металлургических компаний.

Использование переработанных материалов и отходов содействует улучшению имиджа компаний, что становится важным фактором в условиях увеличивающейся социальной ответственности бизнеса. Современные потребители всё чаще подбирают продукцию от компаний, активно заботящихся об экологии, что также одобрительно сказывается на продажах и прибыли. Таким образом, интеграция систем переработки отходов в цветовой металлургии представляется не только выгодной, но и необходимой стратегией для стабильного развития отрасли.

Ключом к успешному внедрению систем переработки считается крепкое сотрудничество между государственными учреждениями, научными организациями и коммерческим сектором. Создание совместных программ и инициатив, направленных на контркондиционирование переработки, может ускорить адаптацию новых технологий и практик. Также не менее важно развивать образовательные программы, которые помогут повышать осведомленность населения о преимуществах переработки. Участие общества в процессе может увеличить объем собранных ресурсов и улучшить качество материалов для переработки в тех случаях, когда взаимосвязь всех секторов экономики станет основой для стойкого развития металлургической отрасли.

Примеры успешных внедрений демонстрируют, что инвестиции в переработку отходов могут приносить значительные финансовые выгоды. Компании, внедрившие современные технологии переработки, сумели значительно сократить свои операционные расходы.

Регуляторные и законодательные аспекты. Регуляторные и законодательные аспекты в области переработки отходов играют важную роль в создании

благоприятной среды для развития этого направления. В некоторых странах приняты строгие законы, регламентирующие переработку отходов, что подстегивает компании к внедрению экологически чистых технологий. Однако в иных странах регуляторная база может быть недостаточно развита, что затрудняет развитие систем переработки.

Системы обращения с ВМР требуют четкого регулирования на всех уровнях – от местного до международного. Эффективное управление этими ресурсами может быть достигнуто через внедрение эталонов, девелоперских программ и инициатив по повышению осведомленности. Одной из главных задач является стимулирование инвестиций в технологии переработки, что настоятельно просит государственных субсидий и налоговых льгот для компаний, работающих в данной сфере. Создание интегрированных платформ для обмена информацией и гораздо лучшими практиками между различными участниками рынка – важнейший метод регуляторных инициатив.

Необходимо также учитывать международные соглашения и стереотипы, которые могут влиять на политику переработки отходов в разных странах. Международное сотрудничество и обмен опытом могут помочь в разработке более эффективных и унифицированных подходов к переработке отходов.

Перспективы и стратегии становления систем переработки. Перспективы и стратегии развития систем переработки отходов в цветовой металлургии требуют комплексного подхода, направленного на повышение производительности существующих технологий и внедрение новых инновационных решений. Важнейшими направлениями считаются автоматизация процессов, использование искусственного интеллекта для оптимизации переработки и создание логотипа замкнутых циклов, в которых отходы одного производства становятся сырьем для иного. Это поз-

волит лучше использовать ресурсы и минимизировать негативное механическое воздействие на окружающую среду.

Ключевым элементом успешного развития считаются образовательные инициативы, которые помогают повысить осведомленность населения о значимости переработки вторичных ресурсов. Информирование граждан о возможностях вовлечения в процессы утилизации формирует более высокую экологическую ответственность промежуточного населения. Это способствует созданию культурного климата, необходимого для стойкого использования ресурсов и защиты экологии.

Сотрудничество производителей, переработчиков и покупателей также играет важную роль в создании эффективных систем переработки. Взаимодействие разных участников цепочки поставок позволяет оптимизировать процессы и разработать закрытые циклы, что ведет к минимизации отходов и повышению общей энергоэффективности. Совместные старания помогут укрепить позиции цветной металлургии на рынке и построить финансовую устойчивую модель, основанную на переработке отходов.

Примеры удачных внедрений и их влияние на отрасль. Примеры успешных внедрений систем переработки отходов в цветной металлургии показывают, что данное направление имеет огромную разность потенциалов для устойчивого развития отрасли. В некоторых странах удалось достичь солидных успехов в снижении объема отходов, отправляемых на свалки, и повышении процента переработанных материалов. Это привело к снижению нагрузки на находящуюся вокруг среду и созданию новых рабочих мест в секторе переработки.

Так, применение магнитных и электростатических сепараторов делает переработку более эффективной, позволяя разделять разные типы металлов и минимизируя потери. Успешные примеры

этих технологий уже широко применяются на предприятиях, что подтверждает их высокую производительность в превращении отходов в ресурс. Современные разработки в области переработки отходов одновременно акцентируют внимание на использовании автоматизированных систем управления процессами. Это позволяет оптимизировать работу оборудования, повышая не только производительность, но и безопасности. Радикальные изменения в управлении отходами становятся возможными вследствие внедрения цифровых технологий, таких как Интернет вещей (IoT), которые помогают отслеживать и анализировать параметры перерабатываемых материалов в настоящем времени. Институты и университеты совместно с промышленностью работают над способом инновационных решений, которые могут сделать процессы переработки более экологически чистыми и экономически выгодными.

Таким образом, интрузия систем переработки отходов в цветной металлургии является главным шагом к устойчивому развитию экономики и охраны окружающей среды. Совершенствование спецтехнологий, повышение эффективности процессов и активное участие общественности имеют все шансы значительно улучшить текущую ситуацию и создать благоприятные условия для дальнейшего развития отрасли.

Выводы. Разработка и внедрение систем переработки промышленных и бытовых отходов в цветной металлургии позволяют значительно увеличить устойчивость отрасли и снизить её негативное влияние на окружающую среду. В ходе изыскания было установлено, что вторичные материальные ресурсы играют основную роль в формировании эффективных производственных процессов, позволяя не лишь сократить объемы образования отходов, но и обеспечить экономическую выгоду за счет снижения затрат на первичное сырьё.

Имплементация технологий переработки отходов содействует не только снижению воздействия на природу, но и улучшению экономических признаков предприятий. При этом необходима интеграция различных специалистов: от инженеров и технологов до экологов и экономистов, что гарантирует комплексный подход к решению проблемы.

Особое внимание должны уделить внедрению современных технологий и инновационных решений, которые облегчают процесс переработки и увеличивают эффективность использования вторичных источников. Это включает в себя автоматизацию процессов, разработку новых приемов переработки и создание замкнутых производственных циклов.

Также необходимо развивать сотрудничество между научными учреждениями и промышленными предприятиями, что позволит ускорить внедрение новаторских идей и технологий на практике. Кроме того, нужна реализация государственной политики, направленной на поддержку инициатив в области переработки отходов и применения ВМР.

Таким образом, эффективное использование вторичных материальных источников в цветной металлургии не только способствует решению экологических задач, но и становится важным фактором повышения конкурентоспособности отрасли в целом. Внедрение систем переработки отходов может стать приоритетом для всех участников производственного цикла, что разрешит создать более устойчивую и экологически чистую индустрию.

В современном контексте цветной металлургии нарастает значение переработки промышленных и бытовых отходов. Системы, способные преобразовывать эти отходы во вторичные физические ресурсы, становятся неотъемлемой частью устойчивого развития сектора экономики. Процесс переработки включает в себя множество этапов: от

сбора и сортировки отходов и до их переработки в пригодную для применения форму. Это требует внедрения современных технологий и оборудования, способных обеспечить высокий уровень извлечения полезных компонентов.

Эффективная переработка отходов исключительно снижает негативное воздействие на окружающую среду и позволяет сократить затраты на первичное сырьё. Внедрение замкнутых циклов в производственные процессы содействует максимальному использованию ресурсов и минимизации отходов. Применение этих систем превращает проблемы утилизации в возможности для создания свежего продукта, что особенно актуально в условиях растущей конкуренции на рынке цветных металлов.

Социальный метод внедрения систем переработки отходов включает в себя повышение производительности экологической осведомленности населения и создание рабочих мест. Партнёрство с производителями и обществом может привести к созданию эффективных схем сбора и переработки, что даст возможность улучшить качество жизни и удовлетворить потребности в чистой среде.

Одним из ключевых аспектов современных систем переработки считается применение инновационных технологий, таких как автоматизация процессов сортировки и польза искусственного интеллекта для оптимизации логистики. Эти подходы повышают производительность переработки и снижают затраты, что, в свою очередь, способствует выгодному извлечению вторичных материальных ресурсов. Инвестиции в эти технологии становятся необходимыми для достижения конкурентных преимуществ на рынке цветных металлов.

Также важным направлением является развитие программ по эко-сертификации продукции из вторичных материалов. Эти программы могут способствовать повышению интереса к эко-

логически чистым продуктам со стороны производителей и потребителей, что создаёт дополнительные стимулы для вложений в переработку. Таким образом, переработка отходов не только улучшает экологическую ситуацию, но и открывает новые рыночные возможности.

Взаимодействие между государством, частным сектором и научным со-

обществом играет важную роль в формировании эффективной системы переработки отходов. Поддержка инициатив на уровне законодательства, а также программы по обучению и повышению квалификации работников позволят создать условия для устойчивого развития цветной металлургии в будущем.

Список источников

1. Белов Т.А., Середа К.Я. Исследование технологий переработки. Саратов: Саратовский государственный университет, 2019. С. 45–52.
2. Агафонов И.А. Основы переработки отходов цветной металлургии. М.: Экоинформ, 2019. С. 45–67.
3. Комаров А.В. Информационные технологии в переработке. Сургут: Сургутский государственный университет, 2019. С. 48–53.
4. Шипунов А.В. Экономика переработки отходов. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2020. С. 112–120.
5. Сизиков В.И. Энергетическая эффективность переработки. Нижний Тагил: Нижнетагильский металлургический комбинат, 2019. С. 66–72.
6. Артамонов А.В. Использование вторичных материалов. Кострома: Костромской государственный университет, 2020. С. 102–110.
7. Опря И.К. Новые подходы к переработке отходов. Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2020. С. 58–64.
8. Яковлев И.Б. Перспективы утилизации отходов. Хабаровск: Дальневосточный федеральный университет, 2022. С. 41–50.
9. Седов Н.А. Рециклинг как ресурс. Кострома: Костромской государственный университет, 2021. С. 18–25.
10. Яковлев И.Т. Повторное использование и переработка отходов. Рязань: Рязанский университет, 2021. С. 40–46.

References

1. Belov T.A., Sereda K.Ya. Research of recycling technologies. Saratov: Saratov State University, 2019. Pp. 45–52.
2. Agafonov, I. A. Fundamentals of non-ferrous metallurgy waste recycling. M.: Ecoinform, 2019. Pp. 45–67.
3. Komarov A.V. Information technology in processing. Surgut: Surgut State University, 2019. Pp. 48–53.
4. Shipunov A.V. The economics of waste recycling. Voronezh: Voronezh State University, 2020. Pp. 112–120.
5. Sizikov V.I. Energy efficiency of processing. Nizhny Tagil: Nizhny Tagil Metallurgical Combine, 2019. Pp. 66–72.
6. Artamonov A.V. The use of recycled materials. Kostroma: Kostroma State University, 2020. Pp. 102–110.
7. Opry I.K. New approaches to waste recycling. Lipetsk: Lipetsk State Technical University, 2020. Pp. 58–64.
8. Yakovlev I.B. Prospects for waste disposal. Khabarovsk: Far Eastern Federal University, 2022. Pp. 41–50.
9. Sedov N.A. Recycling as a resource. Kostroma: Kostroma State University, 2021. Pp. 18–25.
10. Yakovlev I.T. Reuse and recycling of waste. Ryazan: Ryazan University, 2021. Pp. 40–46.

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 36–44.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025; (19): 36–44.

Технические науки

Научная статья

УДК 622.23.01:622.236

doi: 10.52978/25421220_2025_19_36–44

**ПАССИВНАЯ И АКТИВНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ
СКВАЖИННЫХ ПРОЦЕССОВ АЛМАЗНОГО БУРЕНИЯ
НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

Корецкий Алексей Сергеевич

ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: KoretskiyAS@nornik.ru

Крылков Михаил Юрьевич

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

E-mail: m.krylkov@mail.ru

Склянов Владимир Иванович

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

E-mail: sklianovvi@mgri.ru

Тунгусов Сергей Александрович

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

E-mail: tungusov_sa@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме идентификация работы бурового снаряда в скважине при ее значительной длине. Указывается, что при бурении скважины могут быть различные технологические ситуации, при которых возникает необходимость применения систем управления бурением, обладающих способностью определять оптимальное сочетание параметров процесса бурения. Рассмотрены некоторые традиционные методы пассивной и активной идентификации линейных систем управления. Сделан вывод, что представляется целесообразным изложению материала по методам синтеза подобных структур. Представлено краткое описание применяемых в настоящее время информационных структур САУ разведочным бурением.

Ключевые слова: пассивная и активная идентификация; алмазное бурение; алгоритм; адаптивные и самонастраивающиеся системы.

Для цитирования: Пассивная и активная идентификация скважинных процессов алмазного бурения на твердые полезные ископаемые / А.С. Корецкий, М.Ю. Крылков, В.И. Склянов, С.А. Тунгусов // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 36–44. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_36–44.

Technical sciences

Original article

**PASSIVE AND ACTIVE IDENTIFICATION DOWN HOLE DIAMOND
DRILLING PROCESSES FOR SOLID MINERALS**

Alexey S. Koretsky

MMC Norilsk Nickel; Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: KoretskiyAS@nornik.ru

Mikhail. Y. Krylkov

Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University, Moscow, Russia

E-mail: m.krylkov@mail.ru

Vladimir I. Sklyanov

Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University, Moscow, Russia
E-mail: sklianovvi@mgri.ru

Sergey A. Tungusov

Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University, Moscow, Russia
E-mail: tungusov_sa@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of identifying the operation of a drilling rig in a well with its considerable length. It is indicated that when drilling a well, various technological situations arise in which it becomes necessary to use drilling control systems capable of determining the optimal combination of drilling process parameters. Some traditional methods of passive and active identification of linear control systems are considered. It is concluded that it seems appropriate to preface the presentation of the material on the methods of synthesis of such structures with a brief description of the currently used information structures of ACS exploration drilling.

Keywords: passive and active identification; diamond drilling; algorithm; adaptive and self-adjusting systems.

For citation: Passive and active identification down hole diamond drilling processes for solid minerals / A.S. Korytsky, M.Y. Krylov, V.I. Sklyanov, S.A. Tungusov. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):36–44. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_36-44.

Решению проблемы идентификации работы бурового снаряда в скважине при ее значительной длине были посвящены работы Е.А. Козловского, М.А. Комарова, В.М. Питерского и многих других советских инженеров [1]. Время этих работ было до так называемой сегодня «индустрии 4.0», когда недостаточное быстродействие контроллерных систем сдерживало решение данной проблемы. В настоящее время скорость микропроцессоров стала позволять решить эту проблему или наметить пути ее решения в реальном масштабе времени (делать расчеты за время одного оборота бурового снаряда в скважине).

Согласно Е.А. Козловскому и Р.Ф. Гафиятуллину, модель процесса бурения может быть представлена как на схеме (рис. 1) [2].

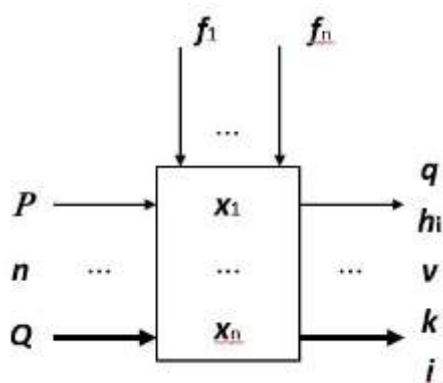


Рис. 1. Функциональная модель процесса бурения

Обозначения на рис. 1: P – осевая нагрузка; n – частота вращения бурового инструмента; Q – количество подаваемого в скважину промывочного агента; q – степень износа породоразрушающего инструмента (ПИ); h_i – проходка в рейсе; v – механическая скорость бурения; k – коэффициент интенсивности падения скорости бурения во времени; i – интенсивность линейного износа.

Параметры $x_1, \dots, x_n$ – постоянные, не зависящие от режима бурения (тип ПИ, свойства материала колонны бурильных труб, параметры конструкции скважины, физико-механические свойства пород и т.д.).

Зависимости механической скорости от осевой нагрузки и окружной скорости вращения ПИ по Е.А. Козловскому и Р.Ф. Гафиятуллину [2] представлены на рис. 2.

При этом эти зависимости имеют характерные зоны: I – зона поверхностного истирания; II – зона усталостного поверхностного истирания; III – зона объемного разрушения; IV – зона максимальных скоростей бурения (происходит объемное разрушение породы, сопровождающееся вторичным перемалыванием шлама) [3].

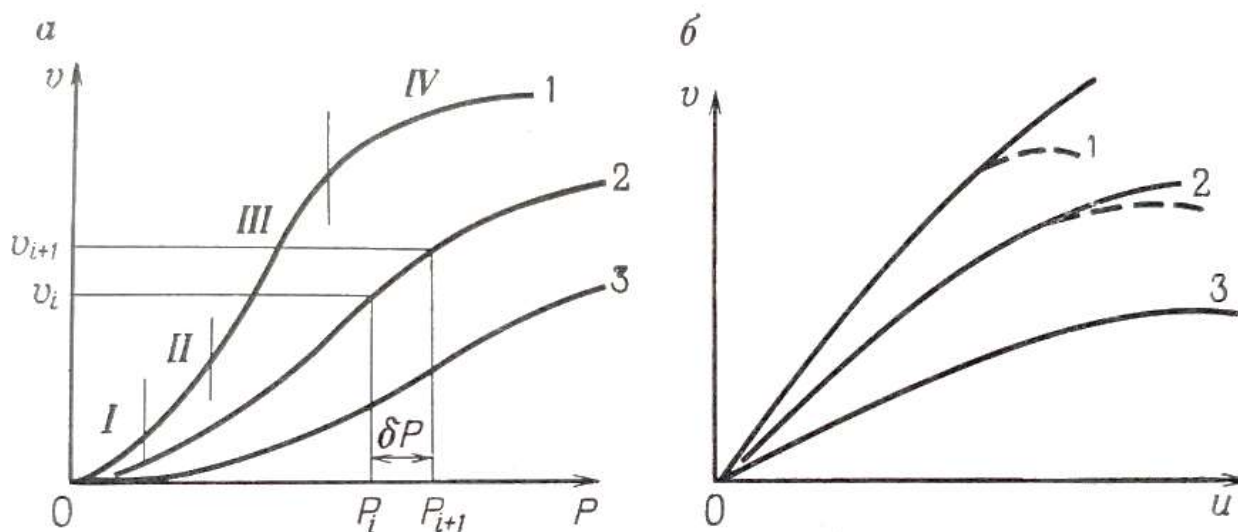


Рис. 2. Зависимость скорости бурения: а – от осевой нагрузки при постоянном значении номинальной окружной скорости вращения; б – от окружной скорости при постоянном значении номинальной осевой нагрузки; 1 – мягкие породы; 2 – породы средней твердости; 3 – крепкие породы

В то же время при бурении скважин могут возникать специфические технологические ситуации [4]. Например, аномальный износ породоразрушающего инструмента, «подклинка керна», изменение физико-механических свойств разбуриваемых пород (появление трещиноватости, смена структуры и текстуры горных пород), «заполирование» алмазной коронки, предаварийные и аварийные ситуации, развитие колебательных процессов, переходящих в резонанс, смена типа вращения (появление прямой или обратной прецессии) и т.п. Все это бурильщику нужно вовремя определять (распознавать). Описание основных явлений, влияющих на процесс бурения, представлено в работе [5].

Другими словами, возникает необходимость применения систем управления бурением, обладающих способностью определять оптимальные параметры режимов бурения.

Рассмотрим некоторые традиционные методы пассивной и активной идентификации линейных систем управления [6]. Такие системы носят название адаптивных или самонастраивающихся. В самонастраивающейся системе управления в программируе-

мый логический контроллер должен быть заложен алгоритм идентификации (программа идентификации), с помощью которого проводится оценка математической модели процесса бурения. Программа расчета по найденной модели не только параметров режима бурения, но и выхода на оптимальную технологию из неблагоприятных ситуаций, осложняющих нормальный ход бурения, представлена в [7]. Чаще всего неопытные бурильщики об этом особо не беспокоятся, в лучшем случае как-то изменяя частоту вращения и осевую нагрузку.

Предметом теории автоматического управления (ТАУ) [8] является разработка математического обеспечения систем управления. Различают два вида решаемых при этом задач: анализ и синтез систем управления. **Анализом** называется определение тех или иных характеристик известной системы управления, которые определяют ее пригодность к использованию на практике. **Синтезом** называется определение структуры системы управления и ее алгоритмов функционирования с точки зрения выполнения ею поставленных требований [9].

Для решения задач анализа и синтеза должен быть задан критерий точности работы (технологической работоспособности) системы управления при выполнении требуемых ограничений, прежде всего ограничения на достаточную устойчивость, быстродействие и точность. Непосредственное решение задачи синтеза в такой постановке обычно оказывается невозможным, поэтому оно разбивается на два этапа – вначале выполняется синтез оптимальной системы, после чего анализируется, удовлетворяет ли она требуемому критерию работоспособности [10; 11]. Развитию современной ТАУ особенно сильный импульс дала Вторая мировая война, когда понадобились автоматические средства быстрого и точного наведения противовоздушных средств на цели, управления рулями самолетов и кораблей и т.п. Подобного рода системы получили название следящих, объектами которых являются различного рода двигатели, приводящие в движение указанные технические средства. Поведение такого рода объектов обычно хорошо описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями.

Уже в первых публикациях по теории следящих систем подчеркивалась ее применимость к обширному классу объектов, в том числе и к технологическим объектам. В результате теория следящих систем постепенно начала называться теорией автоматического регулирования, а затем и теорией автоматического управления (ТАУ) [12]. К сожалению, знакомство с конкретными методами, которые стали доминирующими в литературе по ТАУ [13], свидетельствует, что областью их применимости по-прежнему являются объекты, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями с четко выраженными, доступными для контроля управляемыми величинами и возмущающими воздействиями. С физической точки зрения, это детерминированные объекты с конечным числом

сосредоточенных емкостей, в которых аккумулируется энергия или вещество. Между тем технологические объекты управления в подавляющем числе случаев являются недетерминированными (подверженными действию не только случайных неконтролируемых помех, но и некоторых основных случайных возмущений) с распределенными емкостями и с запаздыванием в передаче управляющих воздействий. Примером может служить буровой снаряд или колонна бурильных труб при глубоком (до 3000 м) алмазном бурении на твердые полезные ископаемые. Распределенная в пространстве колонна бурильных труб подвержена действию двух основных неслучайных возмущений – осевой нагрузки вращающего момента и случайных возмущений на забое скважины и распределенных сил трения о стенки скважины и трудно контролируемых ударных нагрузок о стенки скважины. Множество неконтролируемых случайных возмущений приводит к тому, что к методам общей ТАУ при их использовании для управления глубоким алмазным бурением на твердые полезные ископаемые следует относиться с осторожностью.

Остается спорным (и не только с точки зрения применения для управления недетерминированными объектами) разделение в общей теории автоматического управления (ТАУ) задач синтеза системы автоматического управления (САУ) и идентификации объектов управления. Такое разделение, по существу, свидетельствует о пренебрежении системным подходом к синтезу САУ. В результате появились нереальные рекомендации по методам идентификации технологических объектов простым (пассивным) наблюдением за поведением объектов (без постановки активного эксперимента) в процессе нормальной эксплуатации и по возможностям построения самоприспосабливающихся (адаптивных) систем.

В связи со сказанным процедуру синтеза САУ технологическими объектами приходится производить, используя, наряду с формализованными методами, советы опытных экспертов. Обычно к мнению экспертов приходится обращаться на начальных стадиях синтеза, когда приходится выбирать информационную структуру системы (связи контроллера с объектом) [14]; что касается алгоритмов управления, то эксперты в лучшем случае могут дать рекомендации в общем виде, не определяя численных значений их параметров. Полученные таким образом алгоритмы управления называются экспертными. Определение же численных значений коэффициентов этих алгоритмов производится формализованным путем. Такой формализованный синтез принято называть ограниченным синтезом или расчетом параметров настройки экспертных алгоритмов управления. Заметим, что рассмотренные выше типовые пропорционально-интегрально-дифференцирующие алгоритмы (ПИД-алгоритмы) управления, по существу, также являются экспертными, что следует уже из рассмотрения истории их появления [15]. Характерно, что достаточно убедительное формальное доказательство целесообразности их применения с учетом специфики критериев оптимальности САУ технологическими объектами до сих пор получить не удалось.

Общепринятая точка зрения состоит в том, что синтез САУ следует производить по предварительно полученной математической модели объекта, причем считается, что если модель в достаточной мере точна, а синтез выполнен тщательно, то полученная САУ будет удовлетворять поставленным требованиям [16]. К сожалению, при синтезе систем управления недетерминированными объектами из-за трудностей проведения соответствующих экспериментальных работ такая модель, как правило, оказывается лишь приближен-

ной, и, главное, принципиально невозможно сформулировать критерий удовлетворительного приближения модели к реальному объекту. Такое явление получило название «системного парадокса модели объекта управления». Поэтому процедуру синтеза приходится распределять между двумя этапами: этапом проектирования по априорной модели, который может дать только предварительный результат, и этапом адаптации, выполняемой на действующем объекте во время ввода системы в действие. Алгоритмы адаптации остаются в математическом обеспечении САУ и после ввода ее в эксплуатацию для возможности последующего их использования в условиях, когда (как это обычно бывает) свойства объекта непредвиденным образом меняются. При этом особенности технологических объектов управления предъявляют специфические требования к алгоритмам адаптации.

В основном именно такие системы управления и применялись при бурении скважин [17]. Это были системы, обеспечивающие заданный закон изменения объекта во времени, т.е. фактически это были системы с программным управлением.

В последнее время появились попытки осуществлять полный синтез алгоритмов систем управления (в том числе и численных значений их коэффициентов), основываясь на опросе экспертов – оперативного персонала, который опытным путем, без обращения к какой-либо теории, сумели освоить успешное управление автоматизируемым объектом [18]. Поскольку ответы экспертов в этом случае представляют собой не числа, а высказывания, то для формализации таких высказываний пришлось разработать специальную теорию «нечетких множеств». Управление, осуществляемое с помощью полученных таким образом алгоритмов, получило название фазы-управление (от английского «fuzzy» – размытый, нечеткий).

Впрочем, выполненный к настоящему времени анализ свидетельствует, что практическое применение такого рода управления может быть, в лучшем случае, использовано для управления установившимися режимами работы объектов, кроме того, для синтеза таких нечетких алгоритмов нецелесообразно применять аппарат теории нечетких множеств – более корректным аппаратом здесь являются методы классической теории вероятностей [19]. Тем не менее интерес к фазе-управлению имеет принципиально важное положительное значение – наконец, была признана возможность и целесообразность там, где это необходимо, применения в ТАУ не только формальных, но и экспертных оценок опытных специалистов [20].

Другой особенностью синтеза САУ алмазным бурением на твердые полезные ископаемые является то, что в ней фактически исчезла проблема синтеза алгоритма управления в одноконтурной структуре системы (рис. 3) – здесь господствуют типовой ПИД-алгоритм и его частные случаи (П- и ПИ-алгоритмы). Проблема состоит в выборе более сложных информационных структур, естественно, что задача выбора информационных структур может быть решена только с привлечением опытных экспертов, с последующей проверкой их рекомендаций формализованными методами.

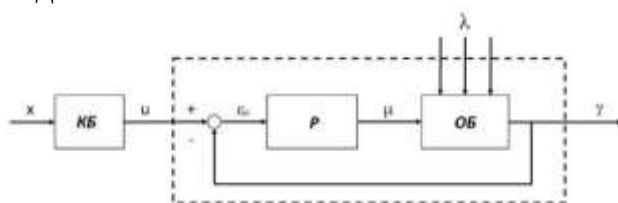


Рис. 3. Функциональная схема САУ алмазным бурением на твердые полезные ископаемые

В независимости от подходов построения система управления должна иметь:

- источники информации о задаче управления;
- источники информации о результатах управления (различные датчики,

измерительные устройства, детекторы и т.д.);

- устройства для анализа получаемой информации и выработки решения;
- исполнительные устройства, воздействующие на объект управления, содержащие регулятор, двигатели, усилительно-преобразующие устройства и т.д.

На сегодняшний день всеми вышеперечисленными свойствами может обладать система, включающая в себя в качестве источника информации информацию, собранную непосредственно во время проведения буровых работ и систематизированную посредством специализированного программного обеспечения (ПО). Так, в нефтегазовой отрасли на сегодняшний день таким ПО является, например, «Унофактор», «Report» [21].

Одним из этапов задачи управления можно считать этап проектирования скважины, на котором идет создание цифровой модели скважины и оптимизация параметров бурения. В качестве ПО для этого можно использовать «Бурсофт», «2Drill» или их иностранные аналоги [22].

Источником информации о результатах управления безусловно станут различного рода датчики, установленные на буровой установке. Стоит отметить, что плотность оснащения датчиками постоянно увеличивается, датчики объединяются в единые сообщества, реализуя идею мира Интернет-вещей. Такой подход позволяет достаточно хорошо контролировать управляемые процессы и весьма оперативно вносить измеренные параметры в базу данных, находящуюся в первом звене.

Устройством для анализа получаемой информации и выработки решения может стать псевдоискусственный интеллект, обученный экспертами в области бурения скважин [23]. Вместе с тем операции, поддающиеся описанию математическими зависимостями, должны выполняться по жесткому алгоритму с заранее определенным результатом.

Стоит особо отметить, что сегодня, ввиду сильно возросших скоростей передачи данных, устройство обработки и принятия решений может находиться где угодно. Таким образом, в качестве него может выступать дата-центр с несколькими операторами, сопровождающими процесс бурения [24].

Исполнительные устройства на сегодняшний день стали достаточно точны и имеют время отклика, которое в полной мере удовлетворяет условиям управления процессом бурения. В качестве примера достаточно привести повсеместное внедрение частотного регулирования, которое получило свое широкое распространения благодаря тому, что было наращено производство полупроводников с высокими характеристиками.

Реализация поставленных целей невозможна без внедрения современных систем управления, включая как авто-

матизированные (с участием человека-оператора), так и автоматические (без участия человека-оператора) системы управления.

Существующие на сегодняшний день технологии позволяют создать более совершенную систему управления процессом бурения скважин с применением алмазного и не только породоразрушающего инструмента.

Заключение. Таким образом, необходимо сделать вывод о том, что в бурении скважин скорее всего будут применяться гибриды эвристических и жестких алгоритмов, но по-прежнему будет необходим человек-оператор.

Внедрение современных управляющих систем в процесс алмазного бурения позволит сделать новый технологический виток на пути развития механического вращательного бурения, известного человечеству не одно тысячелетие.

Список источников

1. Козловский Е.А., Комаров М.А., Питерский В.М. Кибернетические системы в разведочном бурении. М.: Недра, 1985. 285 с.
2. Козловский Е.А., Гафиятуллин Р.Х. Автоматизация процесса геологоразведочного бурения. М.: Недра, 1977. 215 с.
3. Крылков М.Ю., Савинов Д.А. Цифровое регулирование при бурении на твердые полезные ископаемые стационарными буровыми установками // IX Международная научная конференция молодых ученых «Молодые – Наукам о Земле». М.: МГРИ, 2020.
4. Хойл Р. Boart Longyear сообщает об убытках, прогнозирует отсутствие улучшений. The Wall Street Journal. ProQuest. 2021.
5. Кардыш В.Г., Мурзаков Б.В., Окмянский А.С. Энергоемкость бурения геологоразведочных скважин. М.: Недра, 1984. 200 с.
6. Соболев О.С. Методы исследования линейных многосвязных систем. М.: Энергоатомиздат, 1985. 120 с.
7. Основы автоматизации управления производством / И.М. Макаров, Н.Н. Евтихийев, Н.Д. Дмитриева [и др.]. М.: Высшая школа, 1983. 504 с.
8. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров / пер. с англ. М.: Наука, 1984. 832 с.
9. Использование ИИ для вывода автоматизации бурения взрывных скважин на новый уровень: [сайт]. URL: <https://im-mining.com/2024/02/29/hexagon-drill-assist-leveraging-ai-to-take-blasthole-drill-automation-to-a-new-level/>
10. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. 2-е изд. М.: Энергия, 1980. Ч. 1. 310 с.; Энергоиздат, 1981. Ч. 2. 304 с.
11. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. М.: Наука, 1974. 280 с.
12. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. М.: Наука, 1977. 560 с.
13. Рей У. Методы управления технологическими процессами / пер. с англ. М.: Мир, 1983. 368 с.
14. Автоматизированное проектирование бурения и взрыва с использованием данных с автономных буровых установок / О. Перинчек, Р. Локстон, С. Кулкарни, Д. Артур // 20-я Международная конференция по автоматизации науки и техники (CASE). 2024.

15. Храменков В.Г. Автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин. М.: Юрайт, 2021.

16. Канкан Л., Сигуй Ч., Лян П.Л. Автоматическая идентификация интерфейса горных пород на основе визуализации скважин. Использование и воздействие на окружающую среду. 2021.

17. Автоматизированная система бурения «ИНСАБ». ТОО «Корунд».

18. Теория систем с переменной структурой / С.В. Емельянов, В.И. Уткин, В.А. Таран [и др.]; под ред. С.В. Емельянова. М.: Наука, 1970. 592 с.

19. Теория автоматического управления / Л.С. Гольдфарб, А.В. Балтрушевич, А.В. Нетушил [и др.]; под ред. А.В. Нетушила. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1976. Ч. 1. 400 с., 1983. Ч. 2. 432 с.

20. Палий А.В., Чернов Д.А., Прытков В.Г. Автоматизированное рабочее место технолога // Neftegaz.RU. 2021. №4.

21. Цзин Г., Янь В., Ху Ф. Метод прогнозного управления расширением в процессе бурения восстающей выработки с использованием машины экстремального обучения на основе ядра / Северокитайский технологический университет. 2023.

22. Цирлии А.М., Балакирев В.С., Дудников Е.Г. Вариационные методы оптимизации управляемых объектов. М.: Энергия, 1976. 448 с.

23. Цуприков А.А. Интеллектуальная система адаптивного управления технологическим процессом бурения нефтегазовых скважин. Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2021.

24. Гафиятуллин Р.Х. Исследование и разработка критериев и устройств управления процессом бурения: дисс... д-ра техн. наук. Челябинск, 1976. 398 с.

References

1. Kozlovsky E.A., Komarov M.A., Piterksy V.M. Cybernetic systems in exploration drilling. M.: Nedra, 1985. 285 p.

2. Kozlovsky E.A., Gafiyatullin R.H. Automation of the exploration drilling process. M.: Nedra, 1977. 215 p.

3. Krylkov M.Yu., Savinov D.A. Digital regulation in drilling for solid minerals with stationary drilling rigs // IX International Scientific Conference of young scientists «Young – Geosciences». M.: MGRI, 2020.

4. Hoyle R. Boart Longyear reports losses, predicts lack of improvements. The Wall Street Journal. ProQuest. 2021.

5. Kardysh V.G., Murzakov B.V., Okmyansky A.S. The energy intensity of drilling exploration wells. M.: Nedra, 1984. 200 p.

6. Sobolev O.S. Research methods for linear multiconnected systems. M.: Energoatomizdat, 1985. 120 p.

7. Fundamentals of automation of production management / I.M. Makarov, N.N. Evtikhiev, N.D. Dmitrieva [et al.]. M.: Higher School, 1983. 504 p.

8. Korn G., Korn T. Handbook of Mathematics for researchers and engineers / [trans. from English]. M.: Nauka Publ., 1984. 832 p.

9. Using AI to bring the automation of drilling explosive wells to a new level: [web-

site]. URL: <https://im-mining.com/2024/02/29/hexagon-drill-assist-leveraging-ai-to-take-blasthole-drill-automation-to-a-new-level/>

10. Voronov A.A. Fundamentals of the theory of automatic control. 2nd ed. M.: Energy. 1980, part 1. 310 p., Energoizdat. 1981, part 2. 304 p.

11. Sadovsky V.N. Foundations of the general theory of systems. M.: Nauka, 1974. 280 p.

12. Tsypkin Ya.3. Fundamentals of the theory of automatic systems. M.: Nauka, 1977. 560 p.

13. Ray U. Methods of technological process management / translated from English. M.: Mir, 1983. 368 p.

14. Computer-aided design of drilling and explosion using data from autonomous drilling rigs / O. Perincek, R. Loxton, S. Kulkarni, D. Arthur // 20th International Conference on Automation of Science and Technology (CASE). 2024

15. Khramenkov V.G. Automation of control of technological processes of drilling oil and gas wells. M.: Yurait, 2021.

16. Kankan L., Sigui Ch., Liang P.L. Automatic identification of the interface of rocks based on visualization of wells. Use and impact on the environment. 2021.

17. Automated drilling system «INSAB». Korund LLP.

18. Theory of systems with variable structure/ S.V. Yemelyanov, V.I. Utkin, V.A. Taran [et al.]; edited by S.V. Yemelyanov. M.: Nauka Publ., 1970. 592 p.

19. Theory of automatic control / L.S. Goldfarb, A.V. Baltrushevich, A.V. Netushil [et al.]; edited by A. V. Netushil. 2nd ed. Moscow: Higher School, 1976. Part 1. 400 p., 1983. Part 2. 432 p.

20. Paliy A.V., Chernov D.A., Prytkov V.G. Automated workplace of a technologist // Neftegaz.RU. 2021. №4.

21. Jing G., Yan V., Hu F. A method for predictive expansion management in the pro-

cess of drilling a rising mine using an extreme core-based learning machine / North China University of Technology. 2023.

22. Cirlil A.M., Balakirev V.S., Dudnikov E.G. Variational methods of optimization of controlled objects. M.: Energiya, 1976. 448 p.

23. Tsuprikov A.A. Intelligent adaptive control system for the technological process of drilling oil and gas wells. Krasnodar: Kuban State Technological University, 2021.

24. Gafiyatullin R.H. Research and development of criteria and devices for controlling the drilling process: dissertation of the Doctor of Technical Sciences. Chelyabinsk, 1976. 398 p.

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 45–49.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025;(19):45–49.

Технические науки

Научная статья

УДК 004.356.2

doi: 10.52978/25421220_2025_19_45–49

LCD-ПЕЧАТЬ: ТЕХНОЛОГИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Лаговская Елена Владимировна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: lagovskaya.elena@yandex.ru

Старикова Алиса Андреевна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: biakaalisa@yandex.ru

Коньшин Иван Вячеславович

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: vanykon03@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается технология LCD-печати, основанная на использовании жидкокристаллических дисплеев для экспонирования светочувствительных материалов. Описываются принципы работы, преимущества и недостатки, а также области применения LCD-печати. Обсуждаются текущие исследования и разработки, направленные на улучшение характеристик и расширение возможностей этой перспективной технологии.

Ключевые слова: аддитивное, субтрактивное и формативное производство, 3D-печать, LCD-печать.

Для цитирования: Лаговская Е.В., Старикова А.А., Коньшин И.В. LCD-печать: технология, применение и перспективы // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 45–49. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_45–49.

Technical sciences

Original article

LCD PRINTING: TECHNOLOGY, APPLICATION AND PROSPECTS

Elena V. Lagovskaya

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: lagovskaya.elena@yandex.ru

Alisa A. Starikova

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: biakaalisa@yandex.ru

Ivan V. Konshin

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: vanykon03@gmail.com

Abstract. This article discusses LCD printing technology based on the use of liquid crystal displays for exposure of photosensitive materials. The principles of operation, advantages and disadvantages, as well as applications of LCD printing are described. The current research and development aimed at improving the characteristics and expanding the capabilities of this promising technology is discussed.

Keywords: additive, subtractive and formative production, 3D printing, LCD printing.

For citation: Lagovskaya E.V., Starikova A.A., Konshin I.V. LCD Dprinting: technology, application and prospects. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):45–49. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_45–49.

Современные аддитивные технологии, известные как 3D-печать или 3D-Printing открывают перед пользователями множество возможностей для создания изделий сложных геометрических форм. Совершив революцию в проектировании, они позволили сокращать количество деталей в изделии, совершенствовать конструкцию и облегчать их вес, создавать новую геометрию изделия, которую невозможно получить, используя традиционные субтрактивные и формативные технологии [1].

В настоящее время существует большое разнообразие видов 3D-печати:

- послойная экструзия (наплавление) материала: FDM, FFF;
- полимеризация смолы (стереолитография): SLA, LCD, DLP;
- порошковая печать (лазерное спекание): SLS;
- фотополимеризация материала, до 16 сопел: PolyJet;
- гипсовая печать: Material Jetting, DOD;
- изготовление песчаных форм: Binder Jetting;
- печать металлами (лазерное сплавление): SLM, EBM, DMLS, DMLM;
- порошковая печать (лазерное спекание нейлона): SLS;
- резка и склеивание листов бумаги: LOM;
- прямая наплавка металла: DMD и др.

В последнее время широкое распространение получила LCD-печать. Данный вид является самым молодым среди фотополимерной печати. Остановимся на ее рассмотрении более подробно.

LCD-печать (Liquid Crystal Display printing) – это инновационная технология цифровой печати, которая использует жидкокристаллические дисплеи (ЖК-дисплеи) для формирования изображений на светочувствительных материалах.

В сравнении с другими видами 3D-печати фотополимерная печать обладает рядом преимуществ, из которых

наиболее существенными являются следующие [2]:

- относительно невысокий ценовой диапазон LCD-принтеров по сравнению с другими технологиями 3D-печати, такими как SLA и DLP, LCD; применение светодиодов в связке с ЖК-дисплеем позволило сильно удешевить стоимость данного типа 3D-принтера;
- возможность создания сложных геометрических форм;
- высокое разрешение, которое может достигать 2400 dpi и выше, что обеспечивает детализированную печать;
- высокая скорость печати позволяет печатать большие изделия за короткое время;
- относительно недорогие расходные материалы и запчасти;
- многообразие фотополимерной смолы различных производителей, обладающей различными характеристиками;
- легкая постобработка полученных изделий;
- низкий уровень шума при работе делает LCD-принтеры практически бесшумными по сравнению с другими типами принтеров.

Несмотря на множество преимуществ, LCD-печать имеет и свои недостатки. Одним из основных является паразитная засветка. Дисплей не может обеспечить уровень затемнения, сравнимый с уровнем затемнения микрзеркал в DLP-технологии. Этот эффект можно уменьшить, сократив время печати слоя, но это, в свою очередь, приводит к снижению качества печати. Кроме того, бюджетные модели LCD-принтеров могут иметь недостаточную точность для решения некоторых задач.

Для работы с этой технологией необходимо пройти традиционный путь работы с 3D-печатью, включающий несколько этапов, каждый из которых играет важную роль в формировании конечного результата. На первом этапе в специализированных программах (например, Компас 3Д, NanoCAD и др.)

строится CAD модель печатаемого объекта или, другими словами, его 3D-модель.

Следующим ключевым этапом в процессе подготовки к 3D-печати является работа со слайсером.

Слайсер – это специализированная программа, которая принимает на вход файл 3D-модели в формате STL или OBJ, анализирует особенности изделия, нарезает объект на слои, создает физическую модель, подбирает оптимальный алгоритм построения и формирует команды для принтера [3].

В отличие от технологий FDM, где модель печатается послойно при помощи экструзии расплавленного пластика, в технологии LCD используется светотверждаемая (фотополимерная) смола иначе фотополимер.

В слайсере цифровая модель разбивается на отдельные слои, каждый из которых будет печататься последовательно. Толщина слоя определяется разрешением принтера, требуемой точностью изделия, рекомендациями, приведенными производителем фотополимерной смолы. Для каждого слоя создается маска, которая определяет, какие области слоя должны быть экспонированы светом (засвечены), а какие – затенены. Маска представляет собой черно-белое изображение, где белые области соответствуют экспонируемым областям, а черные – затененным.

Таким образом, слайсер необходим для правильной подготовки файла к печати и выполнения формируемым G-кодом следующих ключевых задач:

1. Разбиение модели на слои: разбивает 3D-модель на тонкие горизонтальные слои, что позволяет LCD-принтеру последовательно фотополимеризовать каждый из них.

2. Настройка параметров печати. Слайсер предоставляет пользователю

возможность выбрать и настроить важные параметры, такие как время экспозиции, скорость печати, уровень заполнения и толщину слоев. Эти настройки имеют ключевое значение для достижения высокого качества печати и успешного завершения процесса.

3. Генерация поддержек. В случае сложных геометрий, требующих поддержки, слайсер автоматически генерирует поддерживающие структуры, которые позволяют избежать провисания и деформации модели во время печати.

4. Оптимизация использования материала. С помощью настроек слайсера можно эффективно управлять расходом смолы, что позволяет минимизировать затраты на печать.

5. Обеспечение качества конечного изделия. Четкая настройка параметров и правильное распределение слоев и поддержек позволяют достичь необходимого уровня детализации и точности, что особенно важно в таких областях, как ювелирное дело, прототипирование и создание коллекционных фигурок.

Процесс «автоматического» создания G-кода на этом этапе дает аддитивным технологиям большое преимущество, по сравнению с традиционными методами т.к. отпадает трудоемкая задача написания программ для станков ЧПУ (субтрактивные методы) или изготовления специальной оснастки (формативные методы).

На отечественном рынке существует большое разнообразие 3D-принтеров, печатающих с использованием технологии LCD. Некоторые модели поставляются со своим слайсером. Кроме того, большое количество, как платных, так и бесплатных версий слайсеров можно найти в интернет среде (см. таблица).

Характеристика 3D-слайсеров [4]

Название	Квалификация пользователя	Стоимость	ОС
3DPrinterOS	Новички и продвинутые пользователи	Условно-бесплатно	Браузер, Windows, Mac
Astroprint	Новички и продвинутые пользователи	Условно-бесплатно	Браузер, Raspberry Pi
Craftware	Новички и продвинутые пользователи	Бесплатно	Windows, Mac, Linux
Cura	Новички и продвинутые пользователи	Бесплатно	Windows, Mac, Linux
Slic3r	Продвинутые пользователи и профессионалы	Бесплатно	Windows, Mac, Linux
SliceCrafter	Продвинутые пользователи	Бесплатно	Браузер
IceSL	Продвинутые пользователи	Бесплатно	Windows, Linux
KISSlicer	Новички и продвинутые пользователи	Условно-бесплатно	Windows, Mac, Linux, RaspberryPie
MakerBot Print	Новички	Бесплатно	Windows, Mac
MatterControl	Новички и продвинутые пользователи	Бесплатно	Windows, Mac, Linux
Netfabb Standard	Новички и продвинутые пользователи	Платно	Windows
OctoPrint	Новички и продвинутые пользователи	Бесплатно	Windows, Mac, Linux, RaspberryPie
Repetier	Новички и продвинутые пользователи	Бесплатно	Windows, Mac, Linux
SelfCAD	Новички и продвинутые пользователи	Платно	Браузер
Simplify3D	Новички и продвинутые пользователи	Платно	Windows, Mac
Tinkerine Suite	Новички	Бесплатно	Windows, Mac
Z-Suite	Новички	Бесплатно	Windows, Mac

Наибольшую популярность получили слайсеры Chitubox, Photon Workshop, Voxeldance Additive, BuildBee, NanoDLP, Lychee Slicer и т.п.

Третий этап – непосредственно сама 3D-печать.

Технология LCD-печати основана на принципе фотополимеризации, который также используется и в других технологиях 3D-печати, таких как SLA (Stereolithography) и DLP (Digital Light Processing).

Однако, в отличие от DLP, где изображение проецируется на светочувствительный материал с помощью проектора, в LCD-печати используются светодиоды и ЖК-дисплей (матрица).

Мощные жидкокристаллические панели излучают на модель свет с помощью светодиодов. В соответствии с G-кодом ЖК-дисплей блокирует засветку в тех областях, которые не подлежат фотополимеризации. Жидкокристаллический экран пропускает свет только через участки, подлежащие отверждению, на готовую деталь, упрощая процесс и устраняя необходимость в каких-либо зеркалах или гальванометрах [1]. ЖК-матрица LCD-принтера располагается под ванночкой со светочувствительным материалом и состоит из множества пикселей, каждый из которых может управляться независимо. Код для первого слоя передается на ЖК-матрицу, пиксели которой затемняются или освещаются в соответствии с пере-

данным изображением. Свет, расположенный в светодиодах матрицы, проходит через пиксели, которые находятся в состоянии «включено», и блокируется пикселями, которые находятся в состоянии «выключено».

Свет, проходящий через ЖК-матрицу, экспонирует светочувствительный материал, происходит так называемый процесс фотополимеризации, в результате которого в материале формируются твердые области, соответствующие экспонированным областям G-кода. После экспонирования первого слоя ванночка поднимается на толщину одного слоя, и процесс повторяется для следующего слоя и так продолжается до тех пор, пока не будет напечатано все изделие.

После печати деталь необходимо очистить от смолы в специальном растворителе, который для каждого вида материалов подбирается индивидуально, и подвергнуть воздействию УФ-излучения для повышения ее прочности, чтобы фотополимер полностью прореагировал. Затем удаляются поддерж-

ки и, если требуется, выполняется пост-обработка.

Завершающий этап пост-обработки может включать обработку УФ-светом для полного затвердевания фотополимера. Готовое изделие очищается от остатков растворителя. В завершении процесса в случае необходимости удаляются поддержки, и изделие полируется для улучшения его внешнего вида.

LCD-печать – это динамично развивающаяся технология с огромным потенциалом. Благодаря своим уникальным преимуществам, она находит все новые и новые применения в различных областях. Несмотря на некоторые недостатки, такие как паразитная засветка и ограниченная точность, исследования и разработки в области LCD-печати направлены на устранение этих недостатков и расширение возможностей технологии. В ближайшем будущем LCD-печать может стать одним из ведущих направлений в цифровой печати, предлагая высокое качество, скорость и экологичность.

Список источников

1. Федоров А.А., Лаговская Е.В., Кирик В.М. Выбор 3D-принтера для образовательного учреждения // Культура. Наука. Производство. 2024. №13. С. 5–11.

2. Лаговская Е.В., Кирик А.А. Меры безопасности при работе с фотополимерной смолой // Культура. Наука. Производство. 2024. №13. С. 17–21.

3. Лаговская Е.В., Кучер Д.О. Особенности FDM-печати // Культура. Наука. Производство. 2024. №13. С. 27–36.

4. Лучшие слайсеры для 3D-принтера на русском и английском языке (top3dshop.ru): [сайт]. URL: <https://top3dshop.ru/blog/best-slicers-for-3d-printer-rus-eng.html?ysclid=lttrq00nwb638123023>

References

1. Fedorov A.A., Lagovskaya E.V., Kirik V.M. Choosing a 3Dprinter for an educational institution. *Culture. Science. Production*. 2024;(13):5–11. (In Russ.).

2. Lagovskaya E.V., Kirik A.A. Safety measures when working with photopolymer resin. *Culture. Science. Production*. 2024;(13): 17–21. (In Russ.).

3. Lagovskaya E.V., Kucher D.O. Features of FDM printing. *Culture. Science. Production*. 2024; (13): 27–36. (In Russ.).

4. The best slicersfor 3Dprinters in Russianand English (top3dshop.ru): [website]. URL: <https://top3dshop.ru/blog/best-slicers-for-3d-printer-rus-eng.html?ysclid=lttrq00nwb638123023>

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 50–58.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025;(19):50–58.

Естественно-научные дисциплины

Научная статья

УДК 574.587 (571.511)

doi: 10.52978/25421220_2025_19_50–58

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДОЕМОВ
НОРИЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА**

Куприяшкин Андрей Геннадьевич

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики –

филиал Красноярского научного центра СО РАН, Норильск, Россия

E-mail: kupra12358@mail.ru

Аннотация. Получены знания о пространственном распределении, видовом составе и численности водных беспозвоночных бассейна озера Пясино. Выявлено 24 таксона зоопланктона и 41 таксон зообентоса. Исследования позволяют разделить антропогенное и сезонно-климатическое влияние на местные гидробионты. В течение четырех лет наблюдений значительные изменения экологического состояния водоемов НПП не отмечены. Установлены эталонные фоновые объекты мониторинга, не подверженные сильному антропогенному влиянию.

Ключевые слова: зоопланктон, зообентос, индекс видового разнообразия, биоиндикаторы, техногенная авария, река Далдыкан, река Амбарная, озеро Амбарное, озеро Пясино.

Для цитирования: Куприяшкин А.Г. Экологический мониторинг водоемов Норильского промышленного района // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 50–58. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_50–58.

Natural sciences

Original article

**ENVIRONMENTAL MONITORING OF WATER BODIES
IN THE NORILSK INDUSTRIAL AREA**

Andrei G. Kupriyashkin

Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic –

Branch of the Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS, Norilsk, Russia

E-mail: kupra12358@mail.ru

Abstract. New data of the spatial distribution, species composition and abundance of hydrobionts in the Pyasino Lake basin registered. Twenty-four zoo plankton taxa and forty-one zoo benthos identified. The research allows us to separate anthropogenic and seasonal-climatic effects on local aquatic organisms. During the four years of observations, significant changes in the ecological state of the NPR reservoirs were not noted. Reference monitoring objects that are not subject to strong anthropogenic influence have been identified.

Keywords: zooplankton, zoo benthos, Species Diversity Index, technogenic accident, Daldykan, Ambarnaya, Pyasina rivers, Ambarnoe Lake, Pyasino Lake.

For citation: Kupriyashkin A.G. Environmental monitoring of water bodies in the Norilsk industrial area. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):50–58. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_50–58.

Введение. Двадцать девятого мая 2020 г. в результате просадки бетонного фундамента под резервуаром топливного бака с последующей его разгерметизацией на территории ТЭЦ–3, принадлежащей Норильско-Таймырской энер-

гетической компании (НТЭК), произошла масштабная утечка в окружающую среду более 21 тыс. т дизельного топлива. Из них 6 тыс. т попали в почву и 15 тыс. т – в водные объекты Норильского

промышленного района, загрязнив в общей сложности 180 тыс. м³ [1].

Распространение загрязнения началось с ручья Безымянный – правого притока реки Далдыкан. Далее оно захватило поверхностные воды р. Амбарная – водоема рыбохозяйственного значения, являющегося южным притоком озера Пясино. В конечном итоге, большая часть топлива попала в акваторию озера Пясино.

Для экологического мониторинга и определения путей и способов восстановления экосистем исследуемой территории необходима информация о видовом разнообразии и количественных характеристиках водных беспозвоночных организмов – зоопланктона и зообентоса.

В начале августа 2020 г. (в год аварии) Большой Норильской Экспедицией СО РАН проведено комплексное исследование водных объектов бассейна оз. Пясино [2; 3].

В 2021–2022 гг. работы были проведены в этом же районе, что и в 2020 г. [4; 5].

В 2023 и 2024 гг. все пункты сбора данных находились на территории промышленной зоны НГМК (станции 1–10). Исследования проводились в последней декаде июля–первой декаде августа. Всего исследовано 16 станций (рис. 1).

Ручей Безымянный исследован на участке ниже точки разлива топлива (станция 1). Географические координаты: *N69,328511 E87,917858*.

Станция 2 – река Далдыкан ниже слияния с ручьем Безымянный (*N69,34922 E87,846758*).

Станция 4 – река Далдыкан за железнодорожным мостом (*N69,354366 E87,830788*).

Станции 6, 7 – ручей, приток реки Далдыкан и озеро с водотоком в реку Далдыкан (*N69,288284 E87,844429*). Объекты расположены вблизи трубопровода хвостохранилища Надеждинского металлургического завода.



Рис. 1. Станции исследований

Станции 8, 9 – исток р. Амбарная. Река Амбарчик и озеро Амбарное (*N69,268323 E87,770601* и *N69,272163 E87,768653*, соответственно).

Станция 10 – река Амбарная – водный объект рыбохозяйственного значения (*N69,374718 E87,538206*).

Станция 11 – низовья р. Амбарная (*N69,462754 E87,936715*).

Станция 12 – северный сектор оз. Пясино и устье р. Пясины (*N70,053914 E88,053536*).

Фоновые объекты, не подвергшиеся загрязнению:

- участок р. Далдыкан до впадения ручья Безымянный (ст. 3) (*N69,344305 E87,860861*);

- ручей, южный приток р. Далдыкан (ст. 5) (*N69,339577 E87,801743*);

- р. Кыстыктах, восточный приток р. Пясины (ст. 13) (*N70,577273 E91,059632*);

- реки Хараелах (ст. 14) (*N69,522190 E88,292873*) и Томулах (ст. 15) (*N69,564792 E88,253594*) в среднем течении, безымянное озеро в долине р. Томулах (ст. 16) (*N69,599444 E88,259057*).

Хараелах и Томулах относятся к 1 группе водоемов рыбохозяйственного назначения. Точки отбора проб этих объектов были расположены в зоне проектирования хвостохранилища Талнахской обогатительной фабрики (вне его границ).

Сбор проб гидробионтов и их фиксацию проводили, применяя стандартные методы [6; 7].

Архивную информацию о погодных условиях в НПП брали на сайте: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=23078&bday=1&fday=30&amonth=6&ayear=2022&bot=2> (дата обращения: 13.09.2024).

Для статистической обработки данных использовалась freeware-программа PAST 4.04 [8].

Таксономическое разнообразие гидробионтов. В течение четырех сезонов в районе исследований зарегистрированы практически все основные группы беспозвоночных гидробионтов.

Выявлено 24 таксона зоопланктона. Из них: коловраток – 13 видов; ветвистоусых ракообразных – 8 видов; веслоногих ракообразных – 3 вида.

При анализе проб зообентоса найден 41 таксон гидробионтов. Из них: олигохет – 3 вида; ракушковых рачков – 2 вида; бокоплавов – 1 вид; брюхоногих моллюсков – 2 вида; двустворчатых моллюсков – 1 вид; хирономид – 10 видов; толкунчиков – 1 вид; типулид – 1 вид; подёнок – 3 вида; ручейников – 4 вида; веснянок – 1 вид; вислоккрылок – 1 вид; водяных клопов – 1 вид; жуков – 6 видов; водяных клещей – 1 вид; стрекающих – 1 вид.

Фаунистическую основу зообентоса составляют хирономиды: *Orthocladius* gr. *saxicola*, *Cricotopus* gr. *Silvestris* и *Diamesa* arctica. В реке Томулах впервые для данного региона отмечены личинки *Prodiamesa* olivacea. В р. Амбарная и оз. Пясино в 2022 г. найден представитель стрекающих – пресноводная гидра (рис. 2).



Рис. 2. Гидра (*Hydraspp.*) с захваченными личинками хирономид. Оз. Пясино (1, ст. 12), р. Амбарная (2, ст. 11)

По сравнению с бентосной фауной, разнообразие зоопланктона во всех водоемах в целом было гораздо ниже. Тем не менее, отмечается более высокое присутствие различных групп планктонных гидробионтов в реках Томулах, Хараелах и в дельте Амбарной, а также в озере Пясино.

Водоемы образуют структурные группы по сходству таксономических составов (рис. 3, а).

Характерным является высокое сходство фаун слабонарушенных водоемов (станции 3 и 10 – р. Далдыкан, фон и р. Амбарная в среднем течении).

Правые притоки озера Пясино – реки Кыстыктах (ст. 13), Хараелах (ст. 14) Томулах (ст. 15) и озеро (ст. 16) (фоновые водоемы) – также образуют группы, сходные по составу гидробионтов.

Аналогично группируются водоемы, подвергающиеся антропогенным нарушениям: две станции р. Далдыкан после впадения ручья Безымянный, река Амбарчик (ст. 8) и Озеро Амбарное (ст. 9). Среди всех исследованных водоемов последние два в географическом плане являются наиболее удаленными объектами Норило-Пясинской системы, образуя четко обособленную группу (рис. 3, б).

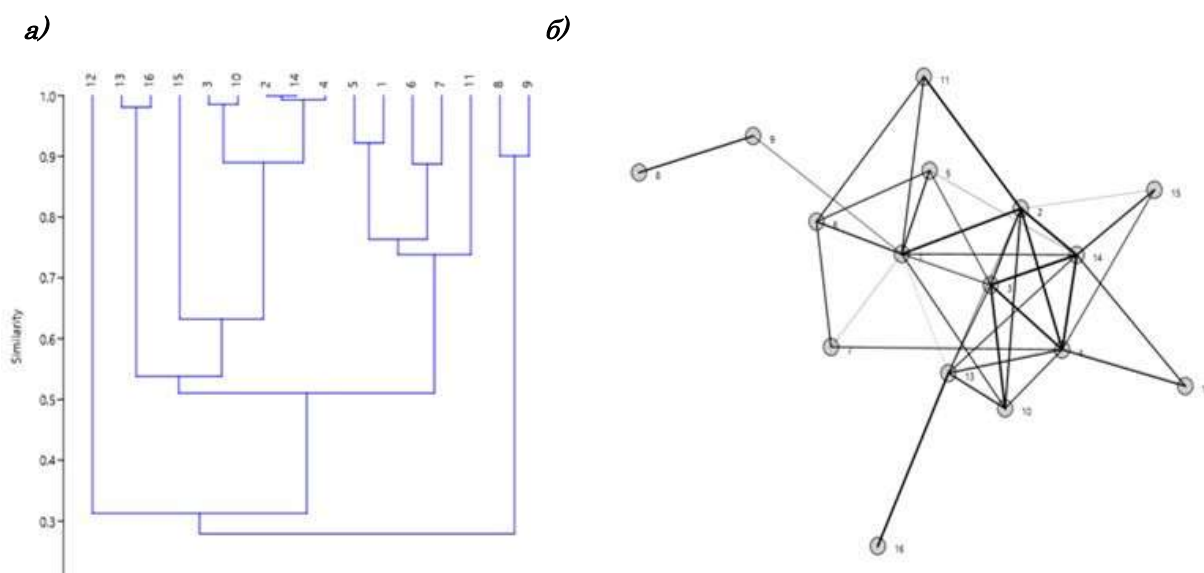


Рис. 3. Классификация водоемов по общему таксономическому составу гидробионтов (индекс Раупа-Крика) (а); сходство объектов на уровне > 70% с учетом их расстояния в общей классификации (б)

Относительно высокое таксономическое разнообразие отмечено в фоновых водоемах. Это река Далдыкан выше слияния с ручьем Безымянный, ручей – южный приток Далдыкана, реки Тому-

лах, Хараелах, Кыстыктах. Река Амбарная (ст. 10, 11) и северный сектор оз. Пясино демонстрируют наибольшее видовое разнообразие гидробионтов (табл. 1).

Таблица 1

Индексы Шеннона (H) водоемов района исследований

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1,61	1,39	2,9	1,1	2	0,69	1,61	0,69	1,39	2,83	3,26	3,43	2,7	2,2	2,83	2,1

Наблюдения последних лет, проведенные на территории НПР, показывают относительную межсезонную стабильность состояния фауны водных объектов.

При этом наиболее заметно сохраняется сходство фаун фоновых водоемов (рис. 4). (Из анализа исключена ст. 6, поскольку в 2024 г. она оказалась в зоне работ служб Норникеля.).

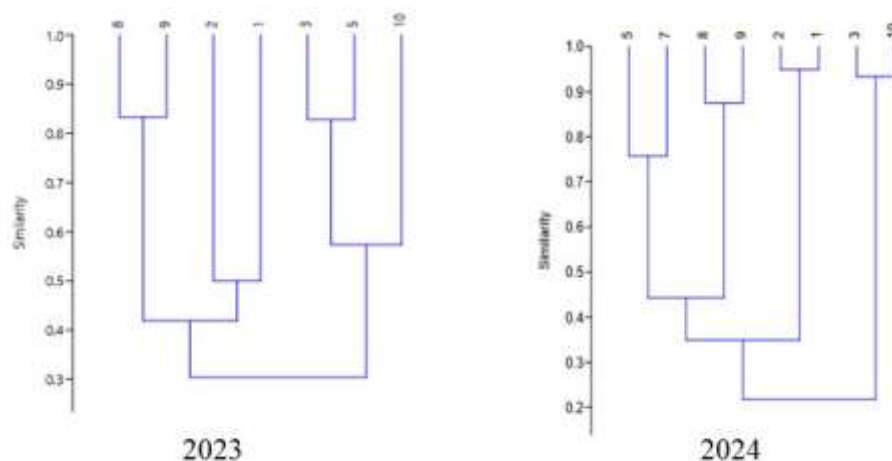


Рис. 4. Классификация водоемов по общему таксономическому составу гидробионтов в 2023 и 2024 гг.

Водоемы, испытывающие постоянное антропогенное воздействие, демонстрируют стабильно низкие качественный состав и численность гидробионтов. Ручей Безымянный, с которого началось распространение топлива, продолжает подвергаться нарушениям, свидетельством чего является практически полное отсутствие водных беспозвоночных за последние два сезона наблюдений.

Особенностью этих подвергающихся нарушению водоемов является, в частности, низкий рН воды. В озере Амбарное он еще и экстремально снижается к истоку р. Амбарная (рис. 5).



Рис. 5. Значения рН в оз. Амбарное, 2024 г.

Водная фауна озера представлена практически одним видом ацидофильных коловраток *Brachionussericus* – индикатором негативного воздействия на экосистему (рис. 6). При этом ее обилие заметно уменьшается: от 3000 экз/м³ в северо-восточном секторе до 550 экз/м³ к истоку р. Амбарная.

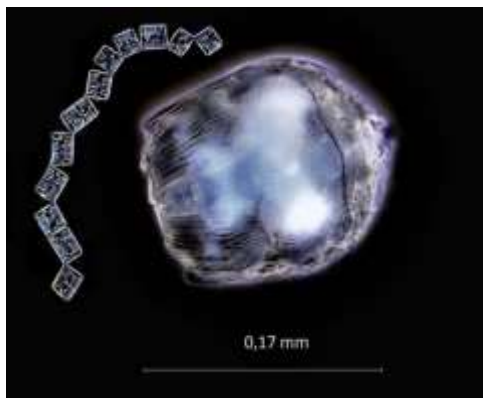


Рис. 6. Озеро Амбарное (ст. 9). Коловратка *Brachionussericus*. Слева – диатомовая водоросль *Tabellariaflocculosa*

Это может объясняться как накопительным эффектом от снижения рН, так и вымыванием коловраток в результате усиления потока воды на выходе реки из озера.

На экологическое состояние озера оказывает явное влияние р. Амбарчик (ст. 8). Выше по течению ее пересекают трубы хвостохранилища НМЗ, которое функционирует с 1979 года. Река имеет выраженные следы антропогенного воздействия (транспорта и, вероятно, химических реагентов хвостов).

Вместе с тем, р. Амбарная на станции 10 практически восстанавливается до ненарушенного состояния. Там постоянно присутствуют индикаторы чистоты воды – личинки ручейников *Micrasema gelidum* и нимфы поденок *Ephemerella ignita*.

Межсезонные изменения таксономической структуры. Для анализа были выбраны параметры, которые оказывают непосредственное влияние на водные организмы. Собраны данные по накоплению осадков за осенне-зимний период, предшествовавший сезону наблюдений и суммам температур летнего периода. В районе исследований отмечено определенное сходство формирования гидрометеорологических показателей на двухлетнем интервале (за исключением температуры в 2024 г.) (рис. 7).

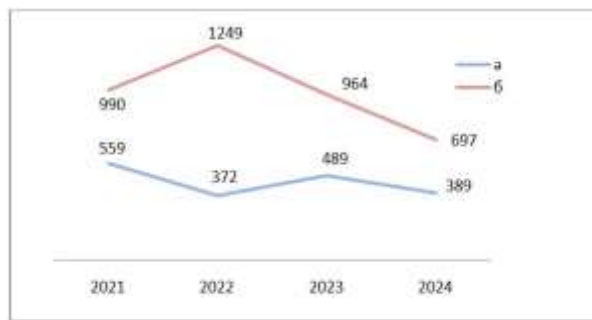


Рис. 7. Сумма осадков (миллиметры) за сентябрь предыдущего – май текущего сезонов (а), сумма температур за июнь-август текущего сезона (б)

Так, 2021 и 2023 гг. характеризовались более высоким уровнем весеннего паводка и, соответственно, глубиной водоемов в период исследований, по срав-

нению с сезонами 2022 и 2024. При этом уровень воды в 2022 г., очевидно, следует считать экстремально низким.

Для оценки влияния абиотических факторов на популяции гидробионтов в качестве опорного объекта выбрана река Далдыкан на ненарушенном участке водотока (ст. 3). Исследования данной точки проводились непрерывно в течение 2021–2024 гг.

Оказалось, что таксономическая структура, а также количественные характеристики (плотность и численность) гидробионтов этого водотока и гидрометеорологические показатели группируются по годам сходным образом (рис. 8).

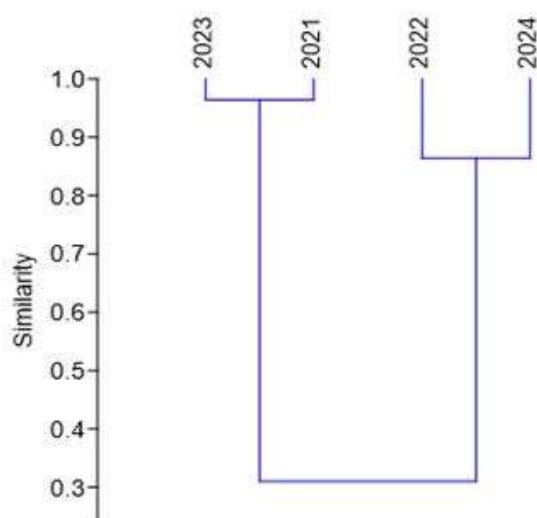


Рис. 8. Распределение видовой структуры и количественных показателей гидробионтов фоновых участка реки Далдыкан в разные годы

Видовое разнообразие водных беспозвоночных повышалось в годы с низким паводком (2022 и 2024), с высоким — снижалось. Это характерно для всех водоемов НПР, исследования которых проводились последние два года. Обеднение состава гидробионтов в 2023 г. приводило к разрыву или ослаблению связей в классификации фаунистической структуры. Например, пропадало сходство точек 3 и 10 (рис. 9).

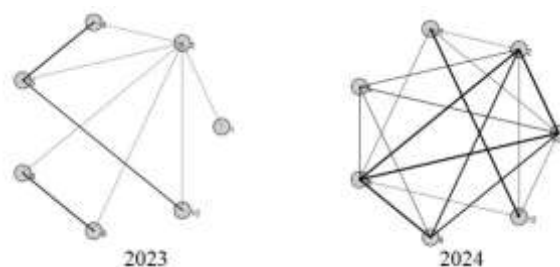


Рис. 9. Сходство водоемов на уровнях > 40%. Индекс Раупа-Крика

Влияние на гидробионтов суммы температур в летний период было неоднозначным. Так, лето 2024 г. было самым прохладным, однако количество видов, обнаруженных в Далдыкане, было наибольшим за весь период наблюдений.

Таким образом, сезон с низким уровнем воды, низкой скоростью водотоков и пониженной температурой оказался наиболее благоприятным для развития водной беспозвоночной фауны в фоновых водоемах. Увеличение их прогрева приводит к снижению уровня растворенного в воде кислорода. Это отрицательно сказывается на оксифильных гидробионтах — индикаторах чистоты воды [9]. При этом постоянно высокая температура ручья Безымянный и, как следствие, бедность населения его гидробионтов имеют очевидную техногенную причину (табл. 2).

Таблица 2

Температура воды в водоемах района исследований, °С

Годы наблюдений	Станции									
	1	2	3	4	5	7	8	9	10	
2023	27	27	23	24	26	23	22	23	23	
2024	25	24	21	22	19	19	19	20	17	

Качество воды. Для уверенной оценки исследованных водных объектов по гидробиологическим показателям полученных данных недостаточно.

В большинстве пунктов в составе зоопланктона (там, где он присутствовал) отмечены виды с низкими индексами сапробности (*β*-мезосапробы).

Качественное состояние воды водных объектов не претерпевало значительных изменений на протяжении всего

периода наблюдений. Пятнадцать лет назад были получены данные [10], которые показывают, что оно существенно не изменялось и в долговременном интервале.

Вместе с тем некоторые отклонения оценок водоемов отмечаются в межсезонном аспекте (табл. 3).

Таблица 3

Качество воды исследованных водоемов *

Станции	Годы наблюдений			
	2021	2022	2023	2024
1	Очень грязная	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная	Очень грязная
2	Очень грязная	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная	Очень грязная
3	Чистая	Чистая	Чистая	Очень чистая
4	Очень грязная	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная	Очень грязная
5	н.д.**	н.д.	Чистая	Очень чистая
6	н.д.	н.д.	Умеренно загрязненная	н.д.
7	н.д.	н.д.	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная
8	н.д.	н.д.	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная
9	н.д.	н.д.	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная
10	н.д.	н.д.	Чистая	Чистая
11	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная	н.д.	н.д.
12	Чистая	Чистая	н.д.	н.д.
13	Умеренно загрязненная	н.д.	н.д.	н.д.
14	Чистая	н.д.	н.д.	н.д.
15	Чистая	н.д.	н.д.	н.д.
16	Чистая	н.д.	н.д.	н.д.

* Согласно ГОСТ 17.1.3.07–82.

** Нет данных.

Выводы. В течение 2021–2024 гг. значительные изменения экологического состояния водоемов НПП не отмечены.

Три фоновые станции получали различные степени оценки «чистые». Семь объектов подвергались антропогенному воздействию и сохраняли степени статуса «загрязненные» при отсутствии позитивной динамики. Это говорит о продолжающемся сильном техногенном давлении на местные экосистемы.

Проведенные непрерывные мониторинговые исследования позволяют разделить антропогенное и сезонно-климатическое влияние на гидробионтов. При наличии благоприятной гидрометеорологической обстановки представители местной беспозвоночной фауны демонстрируют способность продолжать развитие с полными жизненными циклами на относительно высо-

ких уровнях таксономического разнообразия и численности.

Вместе с тем наблюдаемая продуктивность отдельных представителей зообентоса (в том числе индикаторных таксонов – хирономид, подёнок, веснянок, ручейников) связана с индивидуальными циклами их развития, которые на Севере могут длиться несколько лет. Поэтому для получения уверенной оценки влияния абиотических факторов на динамику продуктивности гидробионтов исследования будут продолжены.

Река Амбарная, не смотря на сильное загрязнение в истоке, приходит в естественное состояние, по крайней мере, через двадцать пять километров по руслу. Короткий отрезок реки Далдыкан (до слияния с ручьем Безыманный)

очищается через восемь километров от источников загрязнений, находящихся в районе хвостохранилища Надеждинского металлургического завода (ст. 7 и 8). Следовательно, потенциал самовосстановления водотоков, подвергшихся нарушению, сохраняется.

Эти объекты могут служить эталонами при организации мероприятий по снижению и ликвидации воздействия металлургических предприятий Норильского промышленного района на местные экосистемы.

Работы выполнены в рамках фундаментальных научных исследований по проекту: «Оценка состояния компонентов природных комплексов Норило-Пясинской экосистемы в условиях техногенного загрязнения».

Список источников

1. Сазонов А.Д., Комаров Р.С., Передера О.С. Разлив нефтепродуктов в Норильске 29 мая 2020 года: предполагаемые причины и возможные экологические последствия // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2020. Т. 1. №5. С. 173.
2. Дубовская О.П., Ёлгина О.Е., Морозова И.И. Зоопланктон оз. Пясино и впадающих в него рек после разлива дизельного топлива в 2020 г. // Сибирский экологический журнал. 2021. №4. С. 476.
3. Шулелина С.П., Дубовская О.П., Глущенко Л.А. Зообентос оз. Пясино и прилегающих рек после аварийного разлива дизельного топлива в 2020 г. // Сибирский экологический журнал. 2021. №4. С. 488.
4. Гидрохимические показатели качества воды Норило-Пясинской озерно-речной системы после разлива дизельного топлива на ТЭЦ-3 г. Норильска в 2020 г. / Д.М. Безматерных, А.В. Пузанов, А.В. Котовщиков, А.В. Дроботов [и др.] // Сибирский экологический журнал. 2021. №4. С. 408.
5. Куприяшкин А.Г., Прокудин А.В., Шапкин А.М. Состояние зоопланктона и зообентоса водотоков Пясинского бассейна через год после техногенной аварии // Биология внутренних вод. 2023. №6. С. 832.
6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982. 33 с.
7. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л., 1983. 52 с.
8. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*. 2001; 4(1): 9.
9. Яковлев В.Я. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Ч. 1. Апатиты: Кольский научный центр РАН. 2005. 161 с.
10. Заславская М.Б., Лапина Е.С. Техногенная трансформация водных объектов Норильского гидрологического района // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2008. С. 13.

References

1. Sazonov A.D., Komarov R.S., Peredera O.S. Oil product spill in Norilsk May 29, 2020: alleged reasons and possible environmental impact. *Ecology. Economy. Informatics. Series: Systems Analysis and Modeling of Economic and Environmental Systems*. 2020; 1(5):173. (In Russ.).
2. Dubovskaya O.P., Yolgina O.E., Morozova I.I. Zooplankton of lake Pyasino and the rivers flowing into it after the diesel spill in 2020. *Contemporary Problems of Ecology*. 2021; 14(4): 380–390. (In Russ.).
3. Shulepina S.P., Dubovskaya O.P., Glushchenko L.A. Zoobenthos of lake Pyasino and the rivers flowing into it after the diesel spill of 2020. *Contemporary Problems of Ecology*. 2021; 14(4): 391–398. (In Russ.).
4. Hydrochemical Indicators of Water Quality in the Norilsk–Pyasino Lake–River System after a Diesel Fuel Spill at Norilsk Heat and Power Plant 3 in 2020 / D.M. Bezmaternykh, A.V. Puzanov, A.V. Kotovshchikov, A.V. Drobotov, A.P. Tolomeev. *Contemporary Problems of Ecology* 2021; 14(4): 323–334. (In Russ.).
5. Kupriyashkin A.G., Prokudin A.B., Shapkin A.M. State of Zooplankton and Zoobenthos in the Water Bodies of the Lake Pyasino Basin after a Technogenic Accident. *Inland Water Biol.* 2023; (6): 832. (In Russ.).
6. Methodological recommendations for the collection and processing of materials during hydro biological studies in freshwater reservoirs. Zooplankton and its production. Leningrad, 1982.
7. Methodological recommendations for the collection and processing of materials during hydro biological studies in freshwater reservoirs. Zoo benthos and its production. Leningrad, 1983.
8. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1): 9. (In Russ.).
9. Yakovlev V.Ya. Freshwater zoo benthos of northern Fennoscandia (diversity, structure and anthropogenic dynamics). Apatity: Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Part 1. 2005. 161 p.
10. Zaslavskaya M.B., Lapina E.S. Technogenic transformation of water bodies in the Norilsk hydrological region. *Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography*. 2008: 13. (In Russ.).

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 59–67.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025;(19):59–67.

Естественно-научные дисциплины

Научная статья

УДК 519.852

doi: 10.52978/25421220_2025_19_59–67

ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОСТ-ОПТИМИЗАЦИОННОГО АНАЛИЗА И ЕГО РОЛЬ В ПРИНЯТИИ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Боровицкая Анна Олеговна

Московский государственный технический университет гражданской авиации, Москва, Россия

E-mail: aostep77@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен анализ на чувствительность модели оптимального распределения ресурсов на координатной плоскости. На конкретном примере поставлена и решена задача оптимального объема выпуска и реализации продукции с целью получения максимальной прибыли. Обоснована целесообразность проведения пост-оптимизационного анализа для выработки тактики действий руководителя при выборе эффективных технологических и управленческих решений в ситуации изменения спроса, цен и ресурсов сырья.

Ключевые слова: линейное программирование, оптимальное решение, графический метод решения задачи линейного программирования, пост-оптимизационный анализ, анализ на чувствительность.

Для цитирования: Боровицкая А.О. Графическая интерпретация пост-оптимизационного анализа и его роль в принятии эффективных решений // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 59–67. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_59–67.

Natural sciences

Original article

GRAPHICAL INTERPRETATION OF POST-OPTIMIZATION ANALYSIS AND ITS ROLE IN MAKING EFFECTIVE DECISIONS

Anna O. Borovitskaya

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia

E-mail: aostep77@mail.ru

Abstract. The article considers sensitivity analysis of the model of optimal resource allocation on the coordinate plane. On a concrete example the problem of the optimal volume of output and sales of products in order to obtain maximum profit is set and solved. The expediency of post-optimization analysis for development of tactics of actions of the head at a choice of effective technological and administrative decisions in a situation of change of demand, prices and resources of raw materials is proved.

Keywords: linear programming, optimal solution, graphical method of solving linear programming problem, post-optimization analysis, sensitivity analysis.

For citation: Borovitskaya A.O. Graphical interpretation of post-optimization analysis and its role in making effective decisions. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):59–67. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_59–67.

Введение. Современному руководителю для успешной деятельности предприятия необходимо владеть не только вопросами технологии, но и сбыта, организации производства и многим другим, иначе, всей средой (внешней и внутренней) функционирования пред-

приятия. Задачи распределения ресурсов и определения планов производства продукции или просто задачи планирования производства и их постановки с решениями весьма широко представлены в [1–3].

В курсе Линейного программирования студенты изучают различные математические модели, методы и приемы решения задачи оптимального распределения имеющихся ограниченных ресурсов (денег, материалов, времени и т.п.) для достижения определенной цели (максимума прибыли или минимума издержек) [4]. Полученное оптимальное решение позволяет руководителю определить тактику действий в определенный момент времени, при имеющихся значениях переменных. Однако с течением времени имеющиеся ресурсы, спрос и предложение постоянно изменяются. Чтобы учесть эти колебания и их влияние на полученную модель, проводится пост-оптимизационный анализ решения или анализ модели на чувствительность. Это позволяет в дальнейшем принимать наиболее эффективные управленческие и технологические решения в различных ситуациях.

В целом пост-оптимизационный анализ выполняется после того, как изучен симплекс-метод и теория двойственности, и является довольно сложной, но необходимой для изучения задач. В статье рассмотрены основные задачи анализа модели на чувствительность, которые можно решить уже на этапе знакомства с графическим методом поиска оптимального решения. Данный подход позволяет лучше усвоить основные идеи пост-оптимизационного анализа.

Постановка и математическая модель задачи оптимизации распределения ресурсов. Цель задачи планирования производства – подбор наиболее выгодной производственной программы выпуска одного или нескольких видов продукции при использовании некоторого числа ограниченных источников сырья. С учебной целью ставится и решается следующая задача: найти оптимальное распределение двух видов ресурсов для производства двух видов продукции, т.е. задача для двух пере-

менных, позволяющая проследить геометрический способ ее решений, и без существенных затруднений прийти к пониманию методики поиска оптимального решения и сущности симплекс-метода, а также дальнейшего анализа на чувствительность. Рассмотрим пример составления оптимального плана производства двух видов продукции при имеющихся ограничениях на ресурсы и объемы поставок продукции. В более расширенных аспектах такие задачи могут ставиться и решаться при определении планов производства продукции по всему предприятию.

Постановка задачи. На предприятии имеется два вида ресурсов (сырьё 1 и сырьё 2). Сырьё перерабатывается и изготавливается продукция двух видов *A* и *B*. Продукция реализуется потребителям по рыночным или договорным ценам. Имеющиеся запасы сырья, расход 1 ед. сырья каждого вида на производство 1 ед. продукции, а также цена реализации 1 ед. продукции представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные задачи

Ресурсы	Расход сырья на производство продукции		Запасы сырья
	Продукция <i>A</i>	Продукция <i>B</i>	
сырьё 1	1	1,4	165
сырьё 2	1	0,2	45
Цена продукции, руб.	6400	2000	

Количество выпускаемой продукции *A* определяется спросом и не превышает 56 ед. в смену. Количество выпускаемой продукции *B* (спрос на продукцию *B*) меньше или в крайнем случае равняется количеству выпускаемой продукции *A* в смену.

Требуется определить оптимальное количество сменного производства продукции при имеющихся запасах сырья, чтобы доход от ее реализации был бы максимальным.

Математическая модель. Определить количество выпускаемой в смену продукции A – x_1 и продукции B – x_2 , при котором общий доход от ее реализации $F(x) = 6400x_1 + 2000x_2$ (целевая функция) достигает максимума.

$$F(x) = 6400x_1 + 2000x_2 \rightarrow \max(*),$$

$$\begin{cases} x_1 + 1,4x_2 \leq 165 & (1) \\ x_1 + 0,2x_2 \leq 45 & (2) \\ x_2 \geq x_1 & (3) \\ x_1 \leq 56 & (4) \\ x_1 \geq 0 & (5) \\ x_2 \geq 0 & (6) \end{cases}$$

Имеющиеся в данной задаче ограничения образуют систему неравенств: на расход сырья – (1) и (2); на количество реализуемой продукции – (3) и (4); на неотрицательность количества выпускаемой продукции (5) и (6).

Поиск оптимального решения графическим методом. На рис. 1 реализован алгоритм решения задачи линейного программирования с двумя переменными на максимум графическим методом:

1. По существующим ограничениям (1)–(6) построена область допустимых решений – ОДР (четырехугольник $ABCD$).

2. От начала координат откладывается вектор-градиент, показывающий направление роста целевой функции $\vec{c} = (6400, 2000)$ или $\vec{c} = (160, 50)$.

3. Перпендикулярно вектору-градиенту проводятся линии уровня, где целевая функция имеет постоянное значение $F(x) = 6400x_1 + 2000x_2 = \text{const}$ (красные прямые).

4. Линия уровня перемещается в направлении вектора-градиента (задача на максимум) до положения, при котором линия уровня последний раз пересекается с ОДР (до опорной прямой).

5. Общие точки ОДР и опорной прямой образуют множество оптимальных решений. Это точка C – пересечение прямых (1) и (2).

Таким образом, получено оптимальное решение – точка $C(25;100)$. Значение

целевой функции в точке экстремума:

$$F_{\max} = F(25;100) = 6400 \cdot 25 + 2000 \cdot 100 = 360000.$$

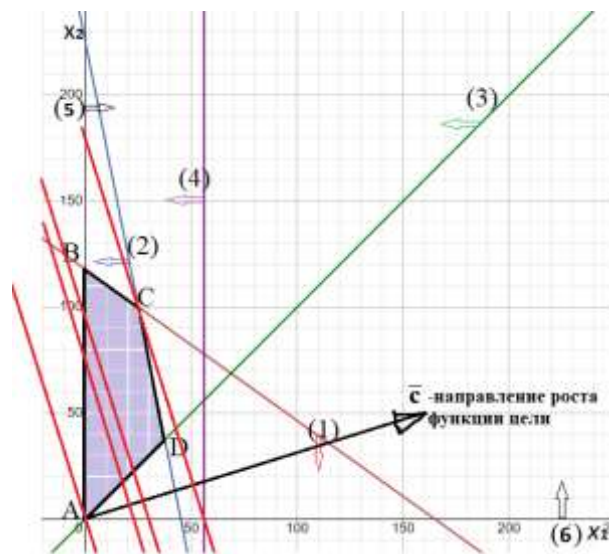


Рис. 1. Графический метод решения задачи поиска оптимального решения

Итак, при сменном производстве 25 ед. продукции A и 100 ед. продукции B , получим максимальный доход от её реализации, который составит 360000 руб. в смену.

Пост-оптимизационный анализ модели. Определим пределы изменения найденного оптимального решения, или его чувствительность, к различным изменениям переменных исходной модели, например, к изменению запасов сырья или к уменьшению спроса на продукцию. Поставим и решим несколько задач.

Задача 1. На сколько можно увеличить количество запасов и каких, чтобы увеличить прибыль (улучшить полученное оптимальное значение целевой функции)?

Определим допустимое увеличение запаса сырья 1. Из рис. 2 видно, что при увеличении запаса этого ресурса (это можно проверить посредством последовательной подстановки в правую часть ограничения (1) нарастающих значений сырья 1 с последующим построением линий этого ограничения на графике) прямая (1) (отрезок BC) перемещается вверх параллельно самой себе, стягивая

в точку K треугольник BCK . Область допустимых решений AKD , точка $K(0;225)$, определяемая прямыми (2) и (5) – оптимальное решение.

Подставляя найденные значения в уравнение (1): $0 + 1,4 \cdot 225 = 315$ ед., получим предельный уровень увеличения запаса сырья 1. Итак, допустимое увеличение запаса первого вида ресурса по сравнению с исходным составляет 150 ед. Тогда улучшенное оптимальное значение целевой функции (максимальная прибыль) составит:

$$F_{\max} = F(0;225) = 6400 \cdot 0 + 2000 \cdot 225 = 450000 \text{ руб.}$$

Дополнительная прибыль составит: $450000 - 360000 = 90000$ руб.

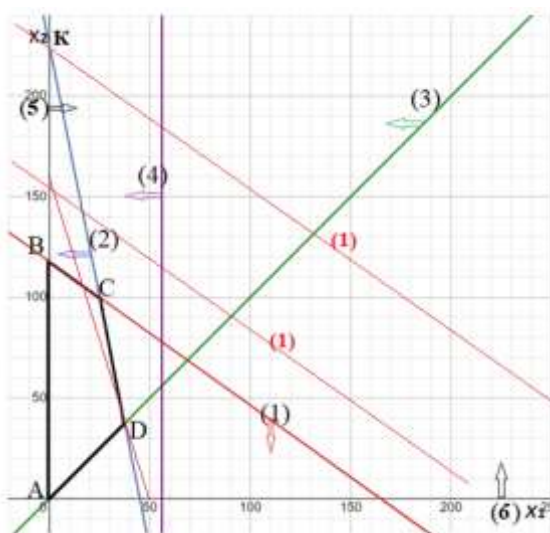


Рис. 2. Допустимое увеличение сырья 1

На рис. 3 определено допустимое увеличение ресурса сырья 2. При увеличении запаса этого ресурса (это можно проверить посредством последовательной подстановки в правую часть ограничения (2) нарастающих значений сырья 2 с последующим построением линий этого ограничения на графике) прямая (2) (отрезок CD) перемещается вверх параллельно самой себе, стягиваясь в точку M . Область допустимых решений $ABMN$, оптимальное решение – точка $M(56;77\frac{6}{7})$ – пересечение прямых (1) и (4).

Подставляя найденные значения в уравнение (2):

$56 + 0,2 \cdot 545/7 \approx 501/7 \approx 71,571$ ед., получим предельный уровень переработки шпального бревна. Тогда допустимое увеличение второго вида ресурса по сравнению с исходным составляет 26,571 ед., а улучшенное оптимальное значение целевой функции (максимальная прибыль) составит

$$F_{\max} = F(56;77\frac{6}{7}) = 6400 \cdot 56 + 2000 \cdot 77\frac{6}{7} \approx 514114,29 \text{ руб.}$$

Дополнительная прибыль составит: $514114,29 - 360000 = 154114,29$ руб.

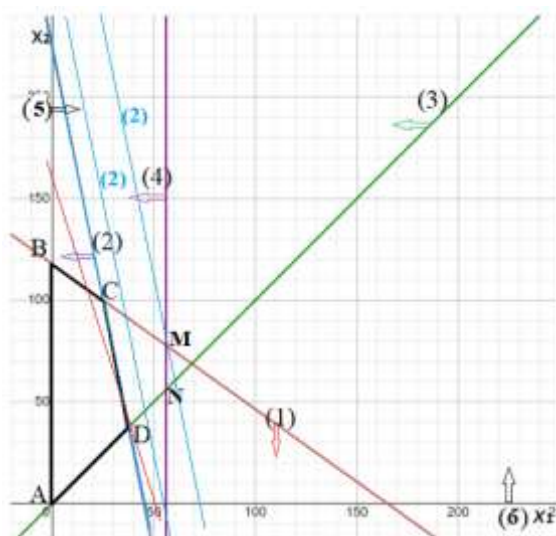


Рис. 3. Допустимое увеличение сырья 2

Задача 2. На сколько можно снизить количество выпускаемой (и реализуемой) продукции в смену, чтобы максимальная прибыль осталась прежней (без ухудшения полученного оптимального решения в точке C)? Это можно проверить путем уменьшения правых частей ограничений (3) и (4). Допустимое уменьшение количества выпускаемой продукции представлено на рис. 4.

Ограничение (3) и его линия на графике показывают связь между количеством выпускаемой и реализуемой продукцией A и продукцией B в смену. Уменьшать правую часть ограничения (3) можно до тех пор, пока прямая (3) не достигнет точки C . Подставляя координаты точки C в ограничение (3), получим, что разность между количеством реализуемой продукцией A и количеством реализуемой продукцией B без

уменьшения оптимальной прибыли может составлять $100 - 25 = 75$ ед.

Ограничение (4) и его линия на графике фиксируют предельное количество выпускаемой продукции A , определяемое спросом на эту продукцию. Если производить больше 56 ед., то произойдет затоваривание. Уменьшать правую часть ограничения (4), не меняя оптимальное решение, можно до тех пор, пока прямая (4) не достигнет точки $C(25;100)$. Подставляя координаты точки C в ограничение (4), получим, что предельная величина снижения количества производства (спроса) продукции A составит $56 - 25 = 31$ ед. в смену. Дальнейшее снижение спроса повлечет за собой неполное использование ресурсов сырья и снижение прибыли.

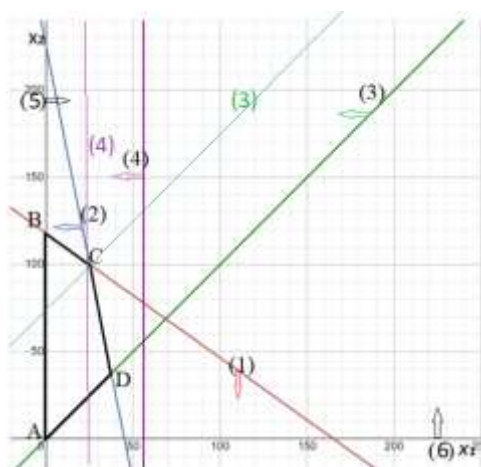


Рис. 4. Допустимое снижение количества выпускаемой продукции

Задача 3. Увеличение количества какого из ресурсов наиболее выгодно для предприятия? Эта задача решается путем сравнения максимального изменения оптимального значения целевой функции по отношению к допустимому изменению количества ресурса. Иначе, следует оценить прирост прибыли на единицу увеличения ресурса, руб./ед. или определить ценность ресурса. Ценность сырья 1 составляет:

$$90000 / 150 = 600 \text{ руб./ед.},$$

ценность сырья 2

$$154114,29 / 26,575 = 5800,09 \text{ руб./ед.}$$

Таким образом, одна дополнительная ед. сырья 1, в рамках допустимого

увеличения, пропущенная через технологический поток и трансформированная в продукцию, после её реализации принесет дополнительный доход, равный 600 руб. А наибольший доход от реализации продукции, равный 5800 руб., принесет переработка дополнительной ед. сырья 2.

Задача 4. В каких пределах допустимо изменение цен на продукцию, при котором не изменится оптимальное количество выпускаемой продукции? В данной задаче следует определить диапазон изменения коэффициентов целевой функции $F(x) = c_1x_1 + c_2x_2$, где c_1 и c_2 — стоимость 1 ед. продукции A и B соответственно, не изменяющий оптимальные значения x_1 и x_2 в точке $C(25;100)$. На рис. 5 линия целевой функции (*) — красная прямая, при изменении коэффициентов целевой функции c_1 и c_2 , будет менять угол наклона, так как угловой коэффициент прямой (*) определяется как

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{c_1}{c_2}.$$

Допустимые пределы изменения наклона прямой (*) (минимальное и максимальное значение коэффициентов целевой функции), проходящей через точку C , определяются угловыми коэффициентами прямых (1) и (2), которые, исходя из их уравнений, соответственно равны $1/1,4 = 5/7$ и $1/0,2 = 5$.

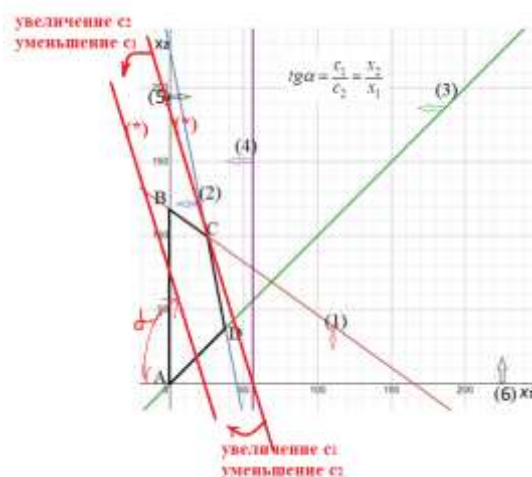


Рис. 5. Допустимый диапазон изменения цен на продукцию

Для определения допустимых интервалов изменения коэффициентов целевой функции, в которых точка C остается оптимальной, один из коэффициентов оставляем равным исходному значению, а другой изменяем (увеличиваем и уменьшаем) до допустимого значения угла наклона прямой (*).

При $c_2 = 2000$ угловой коэффициент прямой (*), проходящей через точку C , равен $\frac{c_1}{2000}$, тогда значение c_1 можно уменьшать до тех пор, пока прямая (*) не совпадет с прямой (1), и увеличивать до совпадения прямой (*) с прямой (2). Тогда минимальное и максимальное значение c_1 определяется из равенств:

$$\frac{c_1}{2000} = \frac{5}{7}, c_{1\min} \approx 1428,57 \text{ руб./ед.};$$

$$\frac{c_1}{2000} = 5, c_{1\max} = 10000 \text{ руб./ед.}$$

Итак, допустимый диапазон изменения коэффициента c_1 при неизменном значении коэффициента c_2 , в котором полученное оптимальное решение сохраняется: $1428,57 \leq c_1 \leq 10000$.

Аналогично, при $c_1 = 6400$, минимальное и максимальное c_2 значение определяется из равенств:

$$\frac{6400}{c_2} = 5, c_{2\min} \approx 1280 \text{ руб./ед.};$$

$$\frac{6400}{c_2} = \frac{5}{7}, c_{2\max} \approx 8960 \text{ руб./ед.}$$

Получаем допустимый интервал изменения коэффициента c_2 , в котором сохраняется оптимальное решение:

$$1280 \leq c_2 \leq 8960.$$

Для сохранения максимальной прибыли в полученных допустимых пределах колебания цен на продукцию необходимо сохранить исходное количество производства продукции A ($x_1 = 25$ ед.) и продукции B ($x_2 = 100$ ед.). Вне полученного диапазона колебания цен целесообразным будет изменить количество выпускаемой продукции x_1 , x_2 , что способствует трансформации каких-либо

ресурсов из дефицитных в недефицитные и наоборот.

Роль пост-оптимизационного анализа в принятии решений. Получив результаты анализа модели на чувствительность, руководитель предприятия или любое лицо, принимающее решение, может осуществить наиболее эффективный выбор в ситуации изменения переменных моделируемого объекта.

Все результаты проведенного пост-оптимизационного анализа модели можно свести в табл. 2, 3, которые в дальнейшем удобно использовать для наиболее эффективного выбора решений.

Таблица 2

Допустимые изменения ресурсов, дохода и их ценность

Ресурсы и их тип	Предельное изменение ресурса, ед.	Предельное изменение прибыли, руб.	Ценность ресурса, руб./ед.
<i>Дефицитный</i>			
Сырье 1	+150 (315–165)	+90000 (450000–360000)	600
Сырье 2	+26,571 (71,571–45)	+154114,29 (514114,29–360000)	5800
<i>Недефицитный</i>			
Продукция А	–31 (25–56)	0 (360000–360000)	0
Продукция В	–75 (–75–0)	0 (360000–360000)	0

Таблица 3

Допустимый диапазон изменения цен на продукцию

Вид продукции	Минимальная цена реализации, руб./ед.	Максимальная цена реализации, руб./ед.
Продукция А	1428,57	10000
Продукция В	1280	8960

Рассмотрим (с моделируем) возможные эффективные управленческие решения в условиях тех или иных изменений исходных переменных:

1. Пусть в силу каких-то причин увеличится запас сырья 1 до 350 ед. Тогда, исходя из результатов табл. 2, по данному виду сырья, следует, что

315 ед. (дополнительные 150 ед. относительно исходных 265 ед.) необходимо использовать для оптимального производства обрезных и необрезных пиломатериалов ($x_1 = 25$ ед., $x_2 = 100$ ед.). Для остальных 35 ед. сырья 1 рекомендуется провести поиск потребителя и реализовать их ему, поскольку переработка этого дополнительного количества сырья не целесообразна в связи с тем, что ограничение по спросу на продукцию полностью выполнено (максимальный сменный спрос на продукцию *A* составляет не более 56 ед.). При этом сменный доход от реализации продукции и оставшейся части сырья составит 450000 руб. плюс доход от продажи 35 ед. сырья 1. Если не имеется возможности реализации остатка сырья 1, то возможен вариант расширения производства продукции *B* (на неё нет ограничения по спросу) после соответствующего технологического и технико-экономического обоснования.

Аналогично осуществляется анализ и выбор эффективного решения в ситуации изменения дефицитного ресурса сырья 2.

2. Пусть проводится рекламная кампания с соответствующими материальными и денежными затратами, поддерживая средний спрос по продукции *A* на уровне 56 ед. в смену. На основе результатов табл. 2 по продукции *A* можно сделать вывод о целесообразности снижения рекламных затрат, поскольку текущий спрос в объеме 56 ед. является излишним. Объем уменьшения сменного спроса по продукции *A* составляет 31 ед. и, соответственно, объем ее сменного производства и реализации составит 25 ед. Размер снижения затрат на поддержание спроса определяется в каждом предприятии индивидуально. Аналогично проводится анализ и выбор эффективного решения по ресурсу спроса на продукцию *B*.

3. Пусть рекламная кампания не проводится, но, по данным табл. 2, спрос на продукцию *A* и *B* превышает

предложение. В этом случае есть смысл повысить цены реализации этой продукции до уровня, определяемого величиной снижения недефицитных ресурсов спроса по табл. 2. При этом объемы производства и реализации продукции *A* и *B* составят $x_1 = 25$ ед., $x_2 = 100$ ед. соответственно. Рост дохода от подобного мероприятия по каждому конкретному предприятию определяется в зависимости от эластичности спроса.

В рамках этого же анализа возможно решение вопросов расширения производства или закупок дополнительного сырья.

4. Пусть принимается решение о вложении дополнительных средств с целью развития производства. Тогда по данным последнего столбца табл. 2, можно определить, что дополнительные средства целесообразней вложить на увеличение запасов сырья 2. Однако в данной ситуации допускается предельное увеличение сырья 2 лишь до уровня 71,571 ед. Оставшиеся средства возможно использовать, но с меньшей эффективностью, на пополнение запасов сырья 1. В данном случае требуется отдельное технико-экономическое обоснование, поскольку ситуация выходит за рамки моделируемого объекта (в модель объекта не включены процессы поставок необходимого сырья). Также можно определить, что поскольку спрос на продукцию *A* и *B* в данной ситуации избыточен (последний столбец табл. 2), то нет смысла вкладывать дополнительные средства в рекламную кампанию.

5. Пусть с потребителем заключается контракт о поставке какого-либо вида продукции. Опираясь на диапазоны, указанные в табл. 3, можно предлагать и соглашаться на любую допустимую цену в процессе торга. Однако возможно выйти за пределы указанного диапазона за счет каких-либо встречных выгодных обязательств партнера. Например, поставка необходимого дополнительного сырья.

6. Пусть по каким-либо причинам произошло уменьшение запасов сырья 2. Тогда из структуры технологического процесса и существующих зависимостях расхода ед. сырья на ед. продукции (см. рис. 5) снизится количество производства продукции B и увеличится количество производства продукции A . Для того чтобы не испытывать затруднений по обязательствам поставок этой продукции (санкции за недопоставки и пр.), следует снижать цену на продукцию A до уровня 1428,57 руб. за ед. и ниже и перестроить производство под уровень выпуска в точке B ($x_1 = 0$ ед., $x_2 = 117,86$ ед.), т.е. некоторое время выпускать только продукцию B . Этим можно решить сразу две проблемы: избежать штрафных санкций за счет снижения цены на продукцию A (если, конечно, сумеет договориться с партнером) и перевести в разряд недефицитных ресурс сырья 2. Но, возможно, выгоднее окажется заплатить штраф, чем снижать цену и перебрасывать ресурсы (рабочих, сырье) на увеличение производства продукции B . Поэтому в каждом конкретном случае

необходимы дополнительные технико-экономические обоснования.

Выводы. Пост-оптимизационный анализ — это важный процесс, который следует реализовать после того, как получено оптимальное решение задачи. В процессе анализа модели на чувствительность решаются многие задачи эффективного выбора технологических и управленческих решений. Имея оптимальное решение, важно проанализировать, как использовать те или иные ресурсы (дефицитные и недефицитные) в условиях изменения исходных данных задачи. Это позволит отследить узкие места в процессе производства и определить способы получения дополнительной прибыли (продажа излишков сырья, закупка дополнительных ресурсов, увеличение количества выпускаемой продукции, вложение дополнительных средств и др.).

Проведение пост-оптимизационного анализа на координатной плоскости позволяет, используя простейшие инструменты линейного программирования, наглядно проанализировать оптимальное решение на чувствительность.

Список источников

1. Методы оптимальных решений в экономике и финансах: учебник / под ред. В.М. Гончаренко, В.Ю. Попова. 2-е изд., стереотип. М.: Кнорус, 2014. 400 с.
2. Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Орлова И.В. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник / под ред. В.В. Федосеева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство «Юрайт», 2013. 328 с.
3. Ефремова Н.Е., Мясникова Е.Б. Методы принятия решений (практикум): учеб. пособие. Тула: ТулГУ, 2016. 80 с.
4. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование (теория, методы и приложения). М.: Наука, 1969. 424 с.

5. Хасанов А.С., Зверева А.И. Графический анализ чувствительности оптимальных решений задач линейного программирования // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-Математика. 2021. №2. С. 61–76.
6. Попов В. А. Математика и экономика // Современная математика и концепции инновационного математического образования. 2020. Т. 7. №1. С. 435–441.
7. Литвин Д.Б., Шibaев В.П. Математическое моделирование и проектирование: учеб. пособие. М., 2018. 91 с.
8. Конструирование математической модели: [сайт]. URL: [https:// megaobuchalka.ru/9/40610.html](https://megaobuchalka.ru/9/40610.html)

References

1. Methods of optimal decisions in economics and finance: textbook / ed. by V.M. Goncharenko, V.Y. Popov. 2nd edition, stereotype. M.: Knorus, 2014. 400 p.
2. Fedoseyev, V.V. Garmash A.N., Orlova I.V. Economic and mathematical methods and applied models: textbook/ ed. by V.V. Fe-

doseev. 3rd ed., revision. and add. M.: Yurait Publishing House, 2013. 328 p.

3. Efremova N.E., Myasnikova E.B. Methods of decision-making (workshop): textbook. Decision-making methods (workshop): textbook. Tula: TulSU, 2016. 80 p.

4. Yudin D. B., Golshtein E. G. Linear Programming (theory, methods and applications). M.: Nauka, 1969. 424 p.

5. Khasanov A.S., Zvereva A.I. Graphical analysis sensitivity of optimal solutions of linear programming problems. *Bulletin Mos-*

cow State Regional University. Series: Physics-Mathematics. 2021; (2): 61–76.

6. Popov V. A. Mathematics and Economics. *Modern Mathematics and Concepts of Innovative Mathematical Education*. 2020; 7(1): 435–441.

7. Litvin D.B., Shibaev V.P. Mathematical modelling and design: studies. manual. M., 2018. 91c.

8. Constructing a mathematical model [website]. URL: Mode access: <https://megaobuchalka.ru/9/40610.html>

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 68–74.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025; (19): 68–74.

Социогуманитарные науки

Научная статья

УДК 376.42

doi: 10.52978/25421220_2025_18_68–74

**ЦИФРОВАЯ КУЛЬТУРА КАК НОВОЕ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ВЕЯНИЕ. ЧАСТЬ 2**

Петров Алексей Михайлович

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: PetrovAM@norvuz.ru

Попов Антон Николаевич

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

E-mail: 264241@mail.ru

Маллабоев Умарджон Маллабоевич

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия

E-mail: MallaboevUM@norvuz.ru

Аннотация. Данная статья является фактическим и логическим продолжением «Цифровая культура как новое междисциплинарное веяние. Часть 1». Углубленно рассматривается концепция игропрактики и подходов людологии в образовательную деятельность высшего учебного заведения. Описываются способы взаимодействия со студентами при обучении их цифровым технологиям.

Ключевые слова: цифровая культура, людология, проект, проектная деятельность, геймификация.

Для цитирования: Петров А.М., Попов А.Н., Маллабоев У.М. Цифровая культура как новое междисциплинарное веяние. Часть 2 // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 68–74. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_68–74.

Humanities sciences

Original article

DIGITAL CULTURE AS A NEW INTERDISCIPLINARY TREND. PART 2

Alexey M. Petrov

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: PetrovAM@norvuz.ru

Anton N. Popov

Tyumen State University, Tyumen, Russia

E-mail: 264241@mail.ru

Umarjon M. Mallaboev

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia

E-mail: MallaboevUM@norvuz.ru

Abstract. This article is an actual and logical continuation of «Digital culture as a new interdisciplinary trend. Part 1». The concept of gaming practice and ludology approaches to the educational activities of a higher educational institution is examined in depth. Describes ways to interact with students when teaching them digital technologies.

Keywords: digital culture, ludology, project, project activity, gamification.

For citation: Petrov A.M., Popov A.N., Mallaboev U.M. Digital culture as a new interdisciplinary trend. Part 2. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):68–74. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_68–74.

Введение. Продолжая занятия, описанные в статье [1], студентам корректируется расписание, чтобы команда имела возможность посещать лабораторные работы у одного преподавателя. Фактически, на данный момент по каждому проекту мы имеем команду студентов, которые уже немного знают друг друга, обладают разными возможностями и ресурсами (в том числе временными), имеют представление и некоторые частички научного исследования по своей тематике.

Проектная деятельность содержит много неизвестных. Все проекты мастерских «Россия и мир» разные и, следовательно, уникальны. С учетом разнообразия материала и конечной формы исследования, имеется огромное количество возможностей цифрового представления проекта. Можно сказать, что на этом этапе команда находится на ранней стадии жизненного цикла проекта, которая является наиболее сложной с высоким уровнем неопределенности. На данном уровне классические методы управления проектом (каскадный, водопадный) работают не очень эффективно. При высокой неопределенности характерно пошаговое приближение к результату, с совершением большого количества ошибок, а значит необходимо использование более правильных форм или методологий управления проектами. Для данной задачи подходит применение методологии Agile, поэтому на данной лекционно-практической встрече студенты знакомятся с Kanban – фреймворком методологии Agile. Также студенты знакомятся с иными цифровыми инструментами для ведения проектной деятельности, позволяющими команде коммуницироваться удаленно.

Лабораторное занятие на данном этапе проектной деятельности команды позволяет в аудиторном режиме команде обсудить стратегию ведения проекта, составить дорожную карту: определить ресурсы команды, распределить роли

на ближайшие недели, обсудить этапы реализации, распределить обязанности и назначить дедлайны. При использовании гибкой методологии и наличии ограничений команды, роли могут быть временными и назначаться на момент выполнения задачи. Каждый член может иметь в команде несколько ролей. Дополнительно команда обсуждает формат представления проекта, определяет аудиторию, для которой представление научного проекта будет интересным и актуальным. Фактически, команда должна определить плоскость интереса данного проекта для определенной аудитории, и в дальнейшем с учетом данного фактора трансформировать научный контент исследования в необходимую форму (инфографика, видео ролики, аниматика и мультипликация, игра) для более легкого восприятия проекта.

С учетом продвижения в реализации проекта дорожная карта может корректироваться, дополняться или полностью меняться в процессе.

На шестой встрече студенты погружаются в теорию решения изобретательских задач. С учетом того, что команды представляют собой симбиоз студентов разных направлений (гуманитарии, технари, естественники и т.д.) и уровней предшествующей подготовки (согласно входному тестированию), теория решения изобретательских задач помогает студентам увидеть возможность применения креативных подходов для более оптимальных затрат ресурсов команды при решении ряда задач проекта. На данном этапе команда проходит стадию, когда необходимо критически отнестись к разработанной проектной карте и необходимости определения, насколько поставленные задачи по цифровому представлению проекта достижимы с учетом наличия ограничений команды [2].

Лабораторная встреча дает возможность команде применить указанный выше подход для решения поставлен-

ных задач в аудитории, выслушать экспертное мнение преподавателя, возможно скорректировать или дополнить дорожную карту.

Седьмая встреча знакомит студентов со Scrum – еще одним фреймворком гибкой методологии Agile. На этом этапе команда сталкивается с рядом трудностей с учетом разных уровней ответственности членов команды, переоценкой ресурсов членов команды и, следовательно, самой команды в целом (временные ограничения, переоценка своих возможностей при использовании того или иного инструмента, нехватка знаний, переоценка возможности своевременно разобраться с порученной задачей и другие). На этом этапе команда учится правильно распределять время, определяет единые правила относительно уровня ответственности каждого члена команды при выполнении поставленных задач. Коллектив практикует устанавливать ранние дедлайны и в самостоятельном режиме до следующей аудиторной встречи перераспределять по необходимости задачи или с учетом возникших трудностей искать иные формы решения задачи (менять цифровые инструменты, форму представления того или иного участка научно-исследовательского проекта). Студенты получают экспертную оценку общего состояния проекта и рекомендации.

На лабораторной встрече каждая команда детально работает по техническим вопросам и задачам реализации проекта с экспертом-преподавателем. Это дает возможность на данном этапе увидеть состояние каждой задачи проекта, обсудить и наметить пути корректировки, свериться и внести изменения в дорожную карту (доску Kanban). Готовность проекта на данном этапе должна составлять 60–70%.

На восьмой лекционно-практической встрече студенты знакомятся с технологиями оптимизации и управления временем – Тайм-менеджментом. И, с уче-

том уже проделанной работы по проекту, команды могут оценить эффективность своей работы и уровень готовности проекта с экспертом-преподавателем, определить пробелы и рассмотреть возможность применения правил и рекомендаций для более оптимального распределения задач с учетом ресурсов и оставшегося времени работы над проектом.

Лабораторная работа на практике с экспертом-преподавателем позволяет увидеть степень готовности проекта, обсудить возникающие сложности технической реализации проекта и осуществить поиски наиболее оптимальных решений с учетом особенностей проекта и команды.

Девятое занятие в формате лекционно-практической встречи погружает студентов в возможности скоростной и яркой устной презентации проекта в формате Elevator speech (презентация в лифте). Это дает возможность по-новому взглянуть на устное представление научного исследования проекта. Применение данной технологии помогает погрузиться в волшебный мир слова, который ограничен небольшим временным интервалом. Это меняет представление и глубину погружения в тематику научного исследования. С этого момента студенты глубже погружаются в специфику своего проекта: они понимают важность краткой и понятной презентации, важность того, что и как они говорят. Они учатся объяснять сложные вещи простым и понятным языком – на занятии студенты готовят краткую двухминутную презентационную речь о своем проекте и оценивают устную презентацию коллег по другим тематикам исследований.

Девятая лабораторная встреча предполагает готовность проекта на 80–100%. Цифровой проект должен иметь высокую степень готовности, но еще возможны небольшие недоработки, связанные с оформлением или небольшими опечатками, которые команда

имеет возможность устранить в течение недели. На встрече с экспертом-преподавателем детально анализируется проект, устраняются недочеты, обсуждается форма защитного слова.

Завершающая, десятая, встреча в лекционно-практическом формате позволяет оценить и сравнить свой проект относительно проектов других команд, получить от других студентов обратную связь, а также дать обратную связь по проектам других команд. На лабораторном занятии команда презентует цифровой проект. На этом этапе преподаватель как эксперт оценивает проект согласно критериям, которые будут применяться комиссией на экзамене, и делает заключительные рекомендации относительно готовности и недочетов проекта с точки зрения цифрового представления и достижения цели по тому, насколько проект качественно интересен и раскрывает тему научного исследования для ранее определенной аудитории.

Согласно документации учебного модуля, по итогам предусмотрен обязательный экзамен, на котором команда презентует цифровой научно-исследовательский проект с защитным словом, раскрывающим достижения поставленных задач в работе над проектом по двум дисциплинам «Россия и мир» и «Цифровая культура» [3].

Распределение тематик по дисциплине «Цифровая культура» выстроено с учетом возможности самостоятельной групповой работы студентов над проектом и своевременными экспертными корректировками команды преподавательским составом. В процессе работы у большинства команд на практике закрепляется проявленное критическое мышления участия в реальном научно-исследовательском проекте.

Переход от книги до игры. Применение цифровых технологий в проектной деятельности дает как определенные преимущества, недоступные при их исключении, так и некоторые недостатки,

которые необходимо учитывать. Прежде всего, цифра позволяет по-иному визуализировать мысли, идеи, размышления.

Фактически, цифровые технологии представляют человеку огромное количество фреймворков (инструментов, программ, платформ и т.д.), с помощью которых возможна фиксация возникшей идеи.

С древних времен человек учится передавать свои мысли. В основе любого шедевра лежит мысль. Прежде чем мысль станет шедевром, она проходит несколько стадий трансформации. Вначале человек мыслит, создает в своем воображении некоторый задел интересных идей – мыслей. Это еще не продуманные до конца стратегии или конечный продукт, это лишь набор некоторых описаний, понимаемый только его создателем. Следующий этап развития мысли – ее фиксация. Сложный момент передачи частички своего воображения в физический «рисунок». И здесь нам помогают цифровые инструменты. Они позволяют с учетом персонального уровня знаний и умений оформить нашу мысль или идею, дополнив ее необходимым нарративом, раскрывающим эту мысль.

После фиксации мысли и переосмысления, она в дальнейшем может быть представлена в трансформированном виде: изображения, музыки, фильма и т.д.

Фильм или спектакль является более глубоким этапом развития первоначальной мысли. Мысль может содержать «золотую» суть – как итог каких-то осознаний, происходящих событий, переживаний и т.д., в то время как анимированное представление (фильм, спектакль) содержит большой массив данных и знаний, которые может пережить потребитель нашей мысли. Мы можем смотреть фильм или спектакль и через призму эмоционального восприятия, созданного командой разработчиков и актеров, постигать заложенные

«истины». Долгое время такого рода форма являлась конечной по форме своего развития мысли.

Развитие цифровых технологий создали следующий этап в развитии мысли – игры. Кинофильм или спектакль является линейной игрой, в которой мы принимаем участие со стороны, являясь наблюдателем, и за редким исключением (с учетом жанра) мы можем иметь расхожее мнение по основным мысленным позициям излагаемого. В то время как игра дает возможность более широкого осмысления происходящего [4].

Как правило, игрок принимает активное участие в игровом процессе тех событий, которые проходит главный герой и которые происходят вокруг него. Современные технологии и развитие данной сферы позволяют создавать множественные пути реализации сюжетной истории, исходя из выбора, который делает игрок за главного героя. Пользователь – игрок меняет мир вокруг главного героя, его характер и характеристики.

Более того, развитие игр и геймификации в целом (в том числе персональной игрофикации) позволяют связать не игровые истории и события с игровым сюжетом, делая, с одной стороны, его более интересным и увлекательным, с другой – донося с разных позиций необходимую форму заложенных основных и второстепенных «мыслей». В настоящее время все цифровые продукты, которые существуют в виртуальном и реальном пространстве, используют игровые методы и методики.

Фактически современная видеоигра является новым современным способом трансформации общества. Под термином «видеоигра» понимаем программный продукт, созданный с применением принципов геймификации.

Рассмотрим причины и последствия появления персональной игрофикации (геймификации) в цифровой культуре.

На основе вышеизложенного «геймификация» в данной дисциплине уже

не представляется чем-то в классическом своем определении. Геймификация больше не является внедрением игровых форм в неигровой контекст: работу, учебу и повседневную жизнь. В дисциплине истоки данного понятия происходят из книги Йохана Хейзинги «Homo Ludens», где ключевая идея заключалась, прежде всего, в том, что любая культура изначально имеет игровую природу. В этом случае «геймификация» дисциплины «Цифровая культура» не означает внедрения в нее игровых элементов, а то, что дисциплина изначально формируется, как культурный феномен в рамках университета.

Но что это означает? Йохан Хейзинг ответил, что в этом случае должны учитываться два противоречащих друг другу правила:

1. Любая культура подразумевает свободу действия.

2. Любая культура подчиняется определенным правилам.

Самое сложное при внедрении данной дисциплины не в образовательный процесс, но в саму «биому» Университета, заключалось в четкой синхронизации двух данных правил. Истоки их подробного описания были представлены еще Франсуа Рабле в романе «Страшные и ужасающие деяния и подвиги достославного Пантагрюэля», где была описана первая французская литературная утопия в виде ордена Телемитов и их монастыря. Ключевой принцип данного монастыря заключался в правиле «Делай что хочешь». Иными словами, телемиты руководствовались своим внутренними моральными принципами при формировании деятельности и культуры своего пребывания в миру. Бытие телемитов, с точки зрения Франсуа Рабле и Йохана Хейзинги, заключался в «принципе свободного хотения», иными словами, в их «доброй воле к окружающему».

Подобная идея и реализация ее в дисциплине «Цифровая культура» означает то, что обучающий не должен

делать проект, он хочет делать проект. Для этого был введен ряд усложняющих правил, которые в дальнейшем повысили общие результаты завершённого проекта у команд, которые «хотели» и понизили их у команд, которые были «должны».

Ужесточающие правила были следующие:

1. Команды практически никогда не встречались совместно на одном занятии. Обучающиеся всегда ходили на разные семинары, практические занятия и т.д. Формально это означало, что «целиком» команда могла встретиться только во вне учебное время, что в свою очередь означало выработку определённой дисциплины и «воли» при встрече команды и работы над проектом. Подобно природным процессом, обучающиеся самоорганизовывались, а не организовывались извне руководством университета или своим ментором (наставником).

2. Не выдавался шаблон проекта. Обучающиеся изначально были поставлены в условия «нулевых знаний», т.е. ни должны были самостоятельно вырабатывать ряд творческих решений и когнитивных механизмов для формирования у группы «общего видения проекта».

3. Было очень сложно не получить оценку на экзамене. Весьма своеобразная система распределения баллов в ходе реализации дисциплины заключалась в том, что получить оценку «удо-

влетворительно» было довольно-таки легко, очень сложно было получить «хорошо», а «отлично» можно было получить только при условии постоянного посещения занятий, закрытия всех контрольных точек и досрочной сдачи проекта. Таким образом, формировались механизмы «искусственной» гонки за мотивирующим призом. Поскольку дисциплина реализовывалась на первых курсах Университета, то многие обучающиеся «горели желанием» получения красного диплома и закрытия первого курса на «отлично».

Подобные строгие правила и абсолютная свобода действия внутри них и интегрировало «Цифровую культуру» в «биом» университета [5].

Заключение. Данные нововведения дали толчок для переосмысления такой области культурологии, как «людология» – изучение игр, акта их игры, а также окружающих их игроков и культур, а затем проистекающих из них культурного наследия, социологии и психологии, аспекты дизайна игры, поведения игроков в игре и в особенности формирования их ролей, которую игра играет в обществе или культуре.

Быть может, при более детальном изучении влияния «цифровой культуры» будут сформированы новые методики геймификации и спроектированы новые формации в людологии, которые повысят эффективность обучения студентов в подобных дисциплинах.

Список источников

1. Петров А.М., Попов А.Н., Барановская Е.Н. Цифровая культура как новое междисциплинарное явление. Часть 1 // Научный вестник Арктики. 2025. №18. С. 88–94.

2. Петров А.М., Володина К.А., Беляева Т.А. Роль психофизиологических особенностей человека в его профессиональном развитии // Образование и саморазвитие. 2019. №4. С. 63–71.

3. Петров А.М., Абдурахимов А.А.У., Анваров А.А.У. Разработка игропрактики для обучения студентов коррекционных групп профессиональным дисциплинам // Азимут

научных исследований: педагогика и психология. 2017. №4(21). С. 151–153.

4. Петров А.М., Ширшов И.В. Разница применения контекстного обучения в образовательных организациях // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. №1(22). С. 159–161.

5. Петров А.М., Андреев Л.Н. Особенности преподавания специальных дисциплин в коррекционных группах // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. №1(18). С. 302–305.

References

1. Petrov A.M., Popov A.N., Baranovskaya E.N. Digital culture as a new interdisciplinary trend. Part1. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025; (18): 88–94. (In Russ.).
2. The role of a person's psycho physiological characteristics in his professional development. / A.M. Petrov, K.A. Volodina, T.A. Belyaeva. *Education and self-development*. 2019; (4): 63–71.
3. Development of game practice for teaching students of correctional groups professional disciplines. / A.M. Petrov, A.A.U. Abdurakhimov, A.A.U. Anvarov. *Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology*. 2017; 4(21): 151–153.
4. The difference in the use of contextual learning in educational organizations / A.M. Petrov, I.V. Shirshov. *Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology*. 2018; 1(22). P. 159–161.
5. Features of teaching special disciplines in correctional groups/ A.M. Petrov, L.N. Andreev. *Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology*. 2017; 1(18): 302–305.

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 75–80.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025;(19):75–80.

Социогуманитарные науки

Научная статья

УДК 376.42

doi: 10.52978/25421220_2025_19_75–80

ИНТЕГРАТИВНОСТЬ ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Илларионова Ольга Германовна

Московский государственный технический университет гражданской авиации, Москва, Россия

E-mail: o.illarionova@mstuca.aero

Лушникова Галина Анатольевна

Московский государственный технический университет гражданской авиации, Москва, Россия

E-mail: lulev55@yandex.ru

Аннотация. Целостность профессионального технического образования, традиции, факторы, определяющие теоретические и организационные основы профессиональной подготовки специалиста – представляют научный и практический интерес для исследования современных моделей профессиональной школы и ранней профилизации, где основной вектор – техническое и технологическое развитие.

Ключевые слова: интегративность; возможности профессиональной подготовки; ранняя профилизация; интеграция теории и практики; мотивация осознанного восприятия знаний; компетентность будущего специалиста.

Для цитирования: Илларионова О.Г., Лушникова Г.А. Интегративность общего и профессионального образования // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 75–80. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_75–80.

Humanities sciences

Original article

AN IMPORTANT ASPECT OF THE INTEGRATIVITY OF GENERAL AND VOCATIONAL EDUCATION

Olga G. Illarionova

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia

E-mail: o.illarionova@mstuca.aero

Galina A. Lushnikova

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia

E-mail: lulev55@yandex.ru

Abstract. The integrity of professional technical education, traditions, factors determining the theoretical and organizational foundations of professional training of a specialist are of scientific and practical interest for the study of modern models of vocational schools and early professionalization of future specialists, where the main vector is technical and technological development.

Keywords: integrity; opportunities; early professionalization of future specialists; integration of theory and practice; motivation of conscious perception of knowledge; competence of a future specialist.

For citation: Illarionova O.G., Lushnikova G.A. An important aspect of the integrativity of general and vocational education. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):75–80. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_75–80.

Авторы продолжают рассмотрение важных аспектов общей тематики – целостность процесса образования:

1. Интегративность общего и профессионального образования. Очевидно, что подготовка специалистов, необхо-

димых государству и нацеленных на успешную трудовую деятельность, невозможна без полноценного общего образования.

2. Интегративность теории и практики. История отечественного технического образования свидетельствует, что подготовка специалиста может успешно осуществляться в самых разных формах и на разных уровнях, но при этом основной вектор – техническое и технологическое развитие.

Обратимся к истории обсуждаемого вопроса, к истории развития технического образования в России. Создателем первой российской государственной профессиональной школы был Петр I. «Великий государь указал быть математических и навигацких, то есть мореходных хитростно наук учению в личное ведение боярина Ф.Я. Головина» говорилось в Указе от 14 января 1701 г. Это была первая в России ремесленная школа. С этого времени профессиональное образование развивалось под эгидой государства. Позже классы Навигацкой школы были переведены ближе к морю, под «Государево око», в Петербург, их домом стала Российская морская Академия.

Крупнейший ученый Европы Лейбниц сказал однажды Петру: «Полунежды не могут принести пользу стране, Ваше Величество будет иметь со временем из Вашего собственного народа таких же отличных ученых, и даже лучших, чем где-либо в Европе»

Владельцы заводов отлично понимали роль науки в развитии промышленности. Особенно это стало заметно во второй половине XIX в., в период бурного развития капитализма в России. В Петербурге была более чем где-либо развита промышленность и, естественно, он стал центром технического образования. Русское техническое общество должно было отличаться тем, что в ее деятельности могли принимать участие не только ученые-профессионалы, но и практики-инженеры, фабриканты

и даже высококвалифицированные рабочие.

В 1830 г. газета «Московские ведомости» писала: «ремесленное училище старалось поставить ремесло на степень науки». В 50-х гг. XIX в. московское ремесленное училище было преобразовано в высшее специальное учебное заведение – Московское техническое училище. А с 1917 г. получило имя революционера Николая Баумана. Сегодня это ведущий технический университет страны.

Император Николай I утвердил Положение о Московском «Ремесленном учебном заведении для обучения в оном 300 питомцев Воспитательного дома». Создавались слесарная, токарная, медно- и оловолитейная, кузнечная и другие мастерские, мастерские по обучению крашению тканей, свечному и мыловаренному делу. Этим было положено начало будущему Московскому высшему техническому училищу. Первый выпуск мастеров состоялся в 1839 г. В конце XIX–начале XX вв. Российская империя выходит в экономическом и техническом развитии на ведущие позиции в мире.

Мировая война, революция, гражданская война остановили техническое образование и развитие, но необходимость восстановления промышленности привела к форсированию возрождения отечественного технического образования.

29 июля 1920 г. был подписан Декрет СНК РСФСР «Об учебной профессионально-технической повинности». Все рабочие от 18 до 40 лет (а кое-где с 14 лет) обязаны были учиться. Предполагалось ликвидировать в стране техническую неграмотность. Уклонение от учебы грозило суровыми карами

2 октября 1940 г. – историческая дата для профессионально-технического образования СССР. Президиум Верховного Совета СССР принял Указ «О Государственных Трудовых Резервах». Созданы два типа учебных заведений: школы ФЗО с 6-месячным сроком обу-

чения для подготовки рабочих массовых профессий; двухгодичные ремесленные и железнодорожные училища для подготовки квалифицированных рабочих.

Таким образом, у Советского государства появилась возможность планомерно обеспечить народное хозяйство кадрами молодых рабочих. Идея «Государственных Трудовых Резервов» с честью выдержала испытание в годы Великой Отечественной войны.

Когда в космос взвились первые советские искусственные спутники Земли, во всех уголках мира люди заговорили о достижениях советской науки, о советской системе народного образования, которая подготовила высококвалифицированные кадры ученых и инженеров. Действительно, народное образование в СССР было поставлено несравненно лучше, чем в любом из ведущих капиталистических государств.

30 декабря 1959 г. Совет Министров СССР принял Постановление №25 об организации заводов-втузов. Среди упомянутых в Постановлении вузов на первом месте назван Завод-втуз при ЗИЛе. Он был создан на базе филиала Московского автомеханического института, а не как филиал. Это различие в формулировках помогло позже придать Заводу-втузу при ЗИЛе полную самостоятельность. Завод-втуз с самого начала входит в состав вузов Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР (ныне Министерство образования РФ).

Из этой справки видно, что техническое развитие предполагает обязательное обучение квалифицированных специалистов во все времена. Авторы считают блестящим достижением технического высшего образования в России заводы-втузы, где традиции высокотехнологичных наукоемких предприятий определяли достойное качество высшей технической школы, ясное понимание необходимости овладения всеми дисциплинами, видами подготовки, предусмотренными учебным планом втуза.

Один из авторов статьи много лет преподавал математику в Заводе-втузе НГМК и может дать экспертную оценку качества образования в упомянутом вузе. Научно-образовательный комплекс Заводов-втузов представлял собой инновационную форму сетевого взаимодействия отраслевой науки, образования и производства.

Специфика и традиции технического вуза – высокая мотивация студентов позволяет связать познавательный интерес и соответствие подготовленных специалистов требованиям их профессиональной деятельности, обеспечение их конкурентоспособности. Корпоративные традиции, успешная коллективная деятельность не только не мешают, но и способствуют развитию личности, возможности проявить свои особенно ценные качества.

Важно, чтобы мотивы учения сочетались с активным интересом к тому, что изучается, имели в основе познавательную потребность и чувство ответственности за приобретение знаний, умений и навыков специалиста. Интерес и мотивы для учебного процесса являются основой, на которой возникают, закрепляются и развиваются знания, навыки и практический опыт студентов.

В настоящее время активно реализуются транзит школы к профильному обучению. Наиболее важные из декларируемых целей это: обеспечение углубленного изучения отдельных предметов; расширение возможностей социализации учащихся; обеспечение преемственности между общим и профессиональным образованием. Одна из основных задач профильного образования состоит в подготовке учащихся к высшей школе.

Зачастую под понятием «профилизация» интерпретируется свобода выбора учебных предметов, рассматриваемая в русле парадигмы либеральной модернизации как определенная самоцель. Иной контекст интерпретации профилизации образования – обеспече-

ние доступности качественного образования в соответствии с индивидуальными склонностями и потребностями учащихся, не предполагает столь категоричной оценки и не увязывает подобное толкование с личностным волюнтаризмом в выборе образовательной траектории.

Интенсификация усилий по актуализации проблемы профилизации образования началась после того, как правительство России одобрило (своим распоряжением от 29 декабря 2001 г. за №1756-р) «Концепцию модернизации российского образования на период до 2010 г.».

Часть этой общей концепции, касающаяся профильного обучения, была рассмотрена Федеральным координационным советом по общему образованию (24.04.2002 г. и 28.06.2002 г.), а также 2-м Всероссийским совещанием по профильному обучению (28.06.2002) и утверждена приказом № 2783 Министерства образования РФ от 18.07.2002 г.

Часть 25 ст. 2 Федерального закона от 29.12.2012 г. №273-ФЗ поясняет, что направленность (профиль) образования – это ориентация образовательной программы на конкретные области знания и (или) виды деятельности, определяющая ее предметно-тематическое содержание, преобладающие виды учебной деятельности обучающегося и требования к результатам освоения образовательной программы.

Статья Федерального закона об образовании в Российской Федерации определяет, что организация образовательной деятельности по программам начального общего, основного общего и среднего общего образования может предусматривать углубленное изучение отдельных учебных предметов, предметных областей, с учетом образовательных потребностей и интересов обучающихся (часть 4 в ред. Федерального закона от 24.09.2022 №371-ФЗ).

Согласно «Концепции профильного обучения на старшей ступени общего

образования», предусматривается профильное обучение как «система специализированной подготовки в старших классах общеобразовательной школы, ориентированная на социализацию обучающихся, в том числе с учетом реальных потребностей рынка труда».

Предполагается, что явными функциями данного нововведения должны являться гибкая система профилей и кооперация старшей ступени школы с учреждениями начального, среднего и высшего профессионального образования. Следовательно, планируемая профилизация средней школы должна затрагивать не только старшие классы средней школы, но и все ступени образования, от начального до высшего включительно.

В современном российском обществе на уровне практиков и экспертного сообщества распространены полярные оценки необходимости в профилизации общего среднего образования. С одной стороны, утверждается, что профилизация школы размывает преимущества советской/российской системы образования, заключающиеся в его фундаментальном и комплексном характере. С другой стороны, констатируется, что традиционная непрофильная подготовка старшеклассников в общеобразовательных учреждениях привела к нарушению преемственности между школой и вузом, породила многочисленные подготовительные отделения, курсы, репетиторство и др.

По мнению ряда экспертов, на сегодня более двух третей школ старших классов больших и средних городов России уже являются профильными. Это свидетельствует о востребованности профилизации образования.

Отметим, что профилизация образования потенциально предполагает сегментирование и специализацию обучения, профильное обучение нередко вводится по типу раннего углубления, строится как система обучения для одаренных или интеллектуально развитых

учащихся. Однако инициаторы, протажники и адепты профилизации образования далеко не всегда понимают цели и риски этого шага в модернизации общего образования.

Осуществление концепции профилизации средней общеобразовательной школы в том виде, в котором она предложена, порождает массу проблем, не получающих пока своего разрешения. С одной стороны, декларируется цель повышения качества образования. Но исследования и мнение экспертов свидетельствуют о том, что профилизация влияет на повышение качества образования не пропорционально, а скорее по принципу закона о сообщающихся сосудах. Увеличивая глубину знаний учащихся по профильному предмету, профилизация снижает уровень знаний по непрофильным дисциплинам ниже необходимого стандарта.

Исдержкой существующей практики профилизации образования является разрыв между формальными функциями средней и высшей школы и существующими потребностями и интересами. Главной целью профилированного обучения для родителей учеников и учащихся становится не столько достижение качественного образования, сколько поступление в высшее учебное заведение.

Однако в высшей школе абитуриенты сталкиваются с необходимостью знания непрофильных дисциплин в пределах определенного образовательного стандарта. Отсюда постоянная проблема, отражаемая в результатах педагогических и социологических исследований – нехватка полученных в школе знаний по непрофильным предметам у студентов высших учебных заведений.

Следующий нюанс профилизации образования актуален для сельских и малокомплектных школ: выбранное в директивном порядке направление профилизации обучения противоречит закону об образовании, предусматривающего свободный выбор учащимися

траектории своего обучения. Углубляющаяся дифференциация и сегментирование профилей образования порождает проблему наложения целей и функций системы общего среднего образования и среднего профессионального образования.

Однако цели у этих двух видов образования разные, так как учащиеся средней школы, в отличие от выпускников системы среднего профессионального образования, не получают конкретных профессиональных знаний и узкопрофессиональной реальной и формальной квалификации.

Одной из основных формальных целей транзита к профильному обучению является более эффективная подготовка выпускников школы к освоению программ высшего профессионального образования. Следствием проводимой в настоящее время профилизации учреждений общего среднего образования является актуализация разрыва и противоречия между требованием фундаментальности общего среднего образования и его узкопрофильностью, издержки которого наиболее существенно проявляются для абитуриентов, поступающих в технические вузы. В определенной степени задача подготовки студентов для технических вузов решается созданием и профилизацией школ с необходимым уклоном.

Сдерживающим развитие профилизации школы фактором являются традиционные ценностные ориентации и установки педагогических кадров, доминирующий авторитарный стиль педагогической деятельности, проблемы с наличием и формированием управленческой компетентности руководителей школ.

Процесс профилизации средних общеобразовательных школ ставит перед коллективами педагогов задачи по индивидуализации обучения и социализации обучающихся. Однако специфика положения современного учителя и особенности формальной и неформальной

оценки его труда, привели к тому, что в качестве основной цели на пути профилизации обучения он видит подготовку учеников к поступлению в вузы.

Анализ существующих проблем и противоречий в процессе профилизации средней общеобразовательной школы определенным образом может быть экстраполирован на профилизацию системы высшего образования. Следует отметить, что если школа профилизируется по основным направлениям подготовки будущих абитуриентов, то в системе высшего профессионального образования объектами профилизации являются определенные профессиональные компетенции и содержания преподаваемых учебных дисциплин.

Профилизация образования выдвигает на первый план формирование определенных компетенций у профессорско-преподавательского состава

высшей школы. Для учебного процесса высшей школы существенным является выяснение того, какие мотивы направляют познавательную деятельность студентов. Ведущая идея связана с необходимостью изучения основ своей профессии, т.е. обучение в профессионально-ориентированной среде.

Интегративное обучение обеспечивает развивающий эффект как по отношению к педагогическому процессу, так и по отношению к каждой личности. Можно утверждать, что интегративное, личностно-развивающее обучение предполагает системный, осознанный конструктивный синтез элементов обучения, теорий и концепций. Осуществляя процесс педагогической интеграции в обучении, следует обозначить цель, т.е. конечный результат, и найти форму реализации.

Список источников

1. Лушникова Г.А. Особенности традиций в развитии образовательной культуры в условиях регионального вуза // Материалы VI международной конференции МАНПО. М.: МАНПО. С. 180–183.
2. Лушникова Г.А. Совершенствование методов обучения в корпоративных традициях технического вуза // Материалы всероссийской научно-практической конференции. М., 2009. С. 115–118.
3. Лушникова Г.А. Интегративные тенденции педагогической науки и практики: использование зарубежного опыта // Мате-

- риалы Международной научной конференции. М.: МАНПО, 2010. С. 204–208
4. Лушникова Г.А. Современное обучение с использованием лучших традиций технического вуза // Материалы Международной научной конференции. М., 2011. С. 104–108.
5. Лушникова Г.А. Размышления о приоритетах профессионального образования, традиции и возможности // Научный вестник Арктики. 2017. №2. С. 50–54.
6. Лушникова Г.А. Аспекты целостности общего и профессионального образования // Сборник трудов. Керчь, 2022. С. 250–256.

References

1. Lushnikova G.A. Features of traditions in the development of educational culture in a regional university // Materials of the VI international conference of MANPO. M.: MANPO. Pp. 180–183.
2. Lushnikova G.A. Improving teaching methods in the corporate traditions of a technical university // Materials of the All-Russian scientific and practical conference. M., 2009. Pp. 115–118.
3. Lushnikova G.A. Integrative trends in pedagogical science and practice: using foreign experience // Materials of the Interna-

- tional Scientific Conference. M.: MANPO, 2010. Pp. 204–208.
4. Lushnikova G.A. Modern education using the best traditions of a technical university // Materials of an international scientific conference. M., 2011. Pp. 104–108.
5. Lushnikova G.A. Reflections on the priorities of professional education, traditions and opportunities. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2017; (2): 50–54.
6. Lushnikova G.A. Aspects of the integrity of general and vocational education // Proceedings. Kerch, 2022. Pp. 250–256.

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 81–88.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025;(19):81–88.

Социогуманитарные науки

Научная статья
УДК 37.01: 271.2–1
doi: 10.52978/25421220_2025_19_81–88

ПРАВОСЛАВНАЯ ТРАДИЦИЯ И СОВРЕМЕННОЕ ВОСПИТАНИЕ

Демченко Олег Николаевич

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: demchon@yandex.ru

Демченко Ирина Владимировна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: lhjy90@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу воспитательного потенциала православной религии в контексте формирования единой концептуальной модели воспитания российской молодежи. Большое место в работе занимает рассмотрение догматических оснований христианской антропологии. Главное внимание уделяется духовно-нравственному измерению православного подхода к развитию человека. Отмечается, что православная педагогика носит системный и личностно ориентированный характер. Делается вывод о востребованности содержательного диалога православного и светского подходов к воспитанию в современных условиях.

Ключевые слова: православная традиция, человек, воспитание, христианская антропология, национальные духовные ценности, духовно-нравственное развитие.

Для цитирования: Демченко О.Н., Демченко И.В. Православная традиция и современное воспитание // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 81–88. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_81–88.

Humanities sciences

Original article

ORTHODOX TRADITION AND MODERN EDUCATION

Oleg N. Demchenko

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: demchon@yandex.ru

Irina V. Demchenko

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: lhjy90@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis of the educational potential of the Orthodox religion in the context of the formation of a unified conceptual model of education of Russian youth. A large place in the work is taken by the consideration of the dogmatic foundations of Christian anthropology. The main attention is paid to the spiritual and moral dimension of the Orthodox approach to human development. It is noted that Orthodox pedagogy has a systematic and personality-oriented character. The conclusion is made about the relevance of a meaningful dialogue between Orthodox and secular approaches to education in modern conditions.

Keywords: orthodox tradition, man, education; christian anthropology; spiritual and moral values; personal development.

For citation: Demchenko O.N., Demchenko I.V. Orthodox tradition and modern education. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):81–88. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_81–88.

В современной России проблема воспитания приобрела особую остроту. Это продиктовано рядом факторов. В первую очередь, развитие информационных технологий, кардинально изменяющих все стороны жизни общества. В

настоящее время сознание человека почти целиком формирует Интернет. Но, в таком виде, в котором он существует сегодня, это не только огромные возможности, но и большие риски и угрозы. Интернет не способствует развитию высших духовных чувств и качеств. Социальные сети активно, даже агрессивно, занимаются массовой пропагандой культа потребления и индивидуализма, насилия и жестокости, так называемого «гендерного равенства», полной вседозволенности и безнаказанности, которая приводит к потере всякой системы нравственных координат. Деструктивный и токсичный контент глобальных цифровых платформ переформатирует сознание молодого поколения, формирует в нем потребительские установки.

Положение усугубляет и бездумное заимствование западных стандартов образования на протяжении последних десятилетий. Они исключают воспитательный компонент и разрушают традиции отечественной системы образования. Не последнюю роль здесь играет низкий уровень преподавания гуманитарных предметов и ЕГЭ в школе, сокращение гуманитарной составляющей в образовательном процессе высшей школы.

В «Концепции духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России» воспитание определяется как социальный заказ современной общеобразовательной школе: «Общеобразовательные учреждения должны воспитывать гражданина и патриота, раскрывать способности и таланты молодых россиян, готовить их к жизни... При этом образовательные учреждения должны постоянно взаимодействовать и сотрудничать с семьями обучающихся, другими субъектами социализации, опираясь на национальные традиции» [2, с. 6].

По мнению русского философа И.А. Ильина, процесс обновления воспитания будет направлен в правильное русло только в том случае, если получит

прочный фундамент в лице национальных духовных ценностей, выражающих духовный идеал народа [4, с. 354]. Воспитание должно ориентироваться на освоение и сохранение духовно-нравственного богатства русской культуры. Опора на самобытные духовные ценности обеспечивает государству и обществу собственный, подтвержденный многовековым историческим опытом, эффективный ответ на вызовы времени, что становится важнейшим условием непрерывности и стабильности его будущего развития.

Базисные традиционные ценности определены в «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» (п. 91) и полностью раскрыты в Указе Президента Российской Федерации В.В. Путина «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей». В п. 4 документа подчеркивается, что «традиционные ценности – это нравственные ориентиры, формирующие мировоззрение граждан России, передаваемые от поколения к поколению, лежащие в основе общероссийской гражданской идентичности и единого культурного пространства страны, укрепляющие гражданское единство, нашедшие свое уникальное, самобытное проявление в духовном, историческом и культурном развитии многонационального народа России» [9].

Национальные духовные ценности утверждаются и существуют в России в качестве общественных идеалов. К ним «относятся жизнь, достоинство, права и свободы человека, патриотизм, гражданственность, служение Отечеству и ответственность за его судьбу, высокие нравственные идеалы, крепкая семья, созидательный труд, приоритет духовного над материальным, гуманизм, милосердие, справедливость, коллективизм, взаимопомощь и взаимоуважение, историческая память и преем-

ственность поколений, единство народов России» (п. 5) [9].

Отсюда следует, что духовно-нравственное развитие подрастающего поколения должно пронизывать все направления и формы педагогической деятельности в системе образования современной России. В этом плане теоретический и практический интерес экспертов и педагогической общественности вызывает воспитательный потенциал православной религии [1; 8]. Следует отметить, что в отечественной педагогической традиции (С.И. Гессен, В.В. Зеньковский, К.Д. Ушинский) православные идеи уже находили применение в образовательном процессе [6].

Актуальность обращения к православной традиции продиктована необходимостью включения духовно-нравственной компоненты в содержание образования. С самого начала реформ в нашей стране Русская православная церковь решительно и последовательно выступает против противопоставления образования и воспитания. Так, в «Основах социальной концепции РПЦ» подчеркивается: «Возгорание в юных сердцах устремленности к Истине, подлинного нравственного чувства, любви к ближним, к своему Отечеству, его истории и культуре – должно стать задачей школы не в меньшей, а может быть и в большей степени, чем преподавание знаний» [12, с. 170].

По словам патриарха Кирилла, «национальная образовательная система не может устраняться от духовного и нравственного воспитания личности. Только сильные духом и чистые сердцем люди справятся с проблемами, стоящими перед современным миром. Линия борьбы между светом и тьмой, между Богом и дьяволом проходит по сердцам молодых людей» [7, с. 4].

Источники православной педагогики коренятся в Священном Писании и Священном Предании. Большое значение для православного воспитания имеет духовный опыт, накопленный

Церковью, в первую очередь, данные православной аскетики как пути к святости, к «стяжанию Святого Духа» (преподобный Серафим Саровский). Они включают «знания о внутреннем человеке» и педагогическую технологию работы с ним.

Неизменные и абсолютные вероисповедные постулаты служат ориентирами православного воспитания, определяют его цели и средства. Прежде всего, это христологический догмат (учение о Богочеловеке Иисусе Христе) и триадологический догмат (учение о Боге Троице), важнейшим следствием которых выступает богословское понятие личности. В Боге заключена одна природа и три лица. В Иисусе Христе – две природы и одно Лицо. Это означает, что как в Боге, так и в человеке, нужно различать лицо (личность) и природу (сущность). В воплощении именно Божественная Личность Сына (Второе лицо Троицы), становится лицом Человека Иисуса Христа. Следовательно, каждый индивидуальный человек выступает носителем общечеловеческой природы и одновременно неповторимой личностью, несводимой к природе [10, с. 5].

Православию присуща фундаментальная установка, утверждающая обусловленность всего внешнего внутренним, сокровенным. Православное религиозное сознание характеризует сосредоточенность на небесном, абсолютном и вечном, с позиции которого решаются все земные, преходящие проблемы, устремленность к концу и жажда Царства Божья, тяготение к созерцательной, а не практической жизни. Для православия наиболее существенное значение имеет духовная, внутренняя жизнь человека, его мотивы и побуждения, воспитание сердца – «энергийно-экзистенциального центра» духовного пространства, где происходит свободное общение человека с Богом. В соответствии с такой экзистенциальной установкой выстраивается особое видение мира и человека, которое становится

ключевым принципом православной педагогики.

Сущностной чертой православного учения выступает антропологизм, потому что Божественное Откровение обращено к человеку. Оно направлено на спасение человека, которое совершается в Церкви. А спасение человека начинается с осознания им своего призвания. Церковь говорит человеку каким он должен быть согласно воле Бога. Бог создал человека по своему образу и подобию, наделив его разумом и свободой воли. Вне общения с Богом, человеческая жизнь лишается смысла. Отношения Бога и человека – это отношения любви. Духовное самостроительство, восхождение к Богу как высшей ценности и идеалу есть предназначение человека.

В этом плане, по словам митрополита Филарета, христианская антропология является «нисходящей»: она отталкивается от идеального образа человека (замысел Творца), а затем обращается к реальному состоянию падшего человека, и направляет человека от того, что искажает его подлинный образ и к духовному возрастанию и соединению с Богом [10, с. 8].

Чтобы человек мог в своем личном духовном опыте встретить Бога, ему необходимо «схождение в глубины» (преподобный Исаак Сирин), в которых Бог присутствует как непостижимая тайна, открывающаяся сердцу человека. Представители восточной патристики и русского старчества указывают, что для подлинного религиозного опыта «нужно умом в сердце стоять»: «Возлюби Господа Бога твоего всем сердцем твоим, всей душой твоей, всем помышлением твоим». Только в глубине сердца можно обрести личного, живого Бога, который относится к человеку с любовью и уважением, который верит в человека, даже если человек утрачивает религиозную веру. Святоотеческий призыв о необходимости схождения вглубь крайне актуален в современную эпоху,

когда миллионы людей скользят по поверхности жизни и не только не задумываются о смысле собственной жизни, но даже не хотят ставить перед собой данный вопрос.

Христианское воспитание имеет не земные, а небесные корни. Это педагогика благодати потому, что ее главная цель заключается в вере и спасении души. А она не может быть достигнута без действия Божией благодати. Через слияние с Богом человек призван трансформировать себя и весь мир. Однако необходимость божественной благодати не отменяет принципиальной роли сознательных и активных усилий самого человека. Как отмечает преподобный Максим Исповедник: «У человека два крыла, чтобы взлететь к Богу – свобода и благодать». Только синтез божественной благодати и свободного человеческого действия обеспечивает преобразование человеческой природы в божественную.

Православная традиция содержит в себе целостную опытную антропологию. В ее основании лежит библейское понимание человека, согласно которому связь человека с Богом охватывает всего человека как единое целое. Способность к богообщению присуща всему человеку в целом, а не является достоянием какой-то из частей его природы.

Человек представляет собой сложное духовно-душевно-телесное единство. Все элементы природы человека находятся в равном отношении к Богу и имеют общую цель – соединение с Богом, но при этом играют в ее достижении различную роль. Любое нарушение гармонии в этом триединстве приводит к искажению человеческой личности. Вся деятельность человека должна быть направлена на восстановление целостности человека, совершенствование и изменение духовного опыта. Стремление к Богу осуществляется всеми способностями человека и предусматривает кардинальное преобразование всего его существа. Процесс гармо-

ничного развития личности не возможен без взаимосогласованной работы всех сфер, составляющих человеческое естество. А так как сущность человека определяется тремя уровнями: духовным, душевным и телесным, то многостороннее развитие человека возможно лишь при условии непрерывного совершенствования, происходящего на каждом уровне.

Способность богоподобия потенциально дана человеку, но возможность ее реализации определяется усилиями самого человека. А для этого он обязан преодолевать свой эгоизм и свою самодостаточность. Становление личности достигается в ходе постоянной внутренней духовной работы – борьбы с греховностью желаний, чувств и мыслей, обращенности всего существа к Богу. Эта работа осуществляется не какой-либо одной из способностей человека, но всем его существом. Поэтому и процесс воспитания должен охватывать всего человека, а не отдельные его компоненты. Принципиально важно, что не одна составляющая человеческой природы (будь то дух, душа или тело) не исключаются из процесса непрерывного самостроительства. Ничто в воспитуемом не может быть выведено из поля зрения педагога, как не допускающее совершенствования, но и ничто не признается заранее в качестве не требующего преобразования.

В природе человека нет ничего, что было бы хорошим или плохим само по себе, все может быть ориентировано на добро и зло. Все в воспитуемом – душа, ум, чувства, тело – нуждаются в заботе и внимании со стороны наставника. Задача воспитания состоит в том, чтобы все части единой человеческой природы вывести из состояния неразвитости или недоразвития и направить на благо и духовное совершенствование. Здоровое тело, развитый ум, обладание знаниями – важны, но без духовно-нравственных чувств и качеств они могут быть поставлены на службу не добру и созиданию,

а злу и разрушению. Поэтому главная цель православного воспитания, по словам митрополита Минского и Слуцкого Филарета, состоит в формировании у человека умения различать добро и зло [11].

Христианская антропология исходит из того, что внутренне присущим человеческой природе свойством является свобода воли. Последняя предполагает выбор между добром и злом, риск совершения нравственного или безнравственного действия. Зло можно рассматривать как проявление духовной незрелости или духовного падения человека. Зло не естественное, а противоестественное состояние личности, способное исказить ее природу. Зло не абсолютно, оно выступает как отсутствие добра. Природа человека не может быть зла, но свободно избирая зло, человек становится его носителем. Вне человека зло не существует. Оно проявляется в помыслах, чувствах и поступках человека, отринувшего Бога. Зло в православии приравнивается к греху. Упорствуя в своем грехе, человек нравственно деградирует, духовно умирает. Однако Бог оставляет шанс человеку вернуть утраченный дар благодати.

Благодаря свободе воле человек не сводится к совокупности своих поступков и может подняться над собственными недостатками и двинуться в сторону совершенствования. Возможности каждого человека в отношении добра и зла, которые сосуществуют в его душе в разных пропорциях, противоречивы. Именно это дает шанс отделить человека от совершенного им зла и сделать другом, не становясь сообщником. Негативная оценка и осуждение ситуативных проявлений человека не должна означать приговора всей личности. Нельзя лишать человека шанса исправиться. В силах человека противостоять злу, выправить свои отношения с миром и другими людьми, изменить свои взгляды и ориентиры. Ведь человек – это существо незавершенное, находя-

щееся в постоянном процессе становления. Он создается непрерывно, снова и снова в смене жизненных обстоятельств и условий.

Сложный процесс духовно-нравственного восхождения человека нуждается в бережной поддержке и постоянном руководстве, ведь вредные наклонности гораздо быстрее пробивают себе дорогу к душе человека, чем добрые. Идеалом духовного руководства в христианской традиции являются отношения Иисуса Христа со своими учениками. Духовный наставник должен уважать в человеке его уникальность, видеть в нем образ Божий, бережно и осторожно относиться к душе человека, помогать ему развиваться в полную меру. Цель духовного руководства – помочь человеку проникнуть в свой внутренний мир, познать себя и через преодоление и укрощение своих страстей и помыслов прийти к Богу. Принуждение здесь бесполезно. Проповедь, личный пример, наставление, совет, разъяснение – лучшие методы христианского воспитания.

Согласно божественному промыслу, человек должен стать «причастником Божественного естества» (2 Петр. 1, 4), уподобиться Богу. В самой природе человека Творцом заложено стремление к высшим ценностям, воплощен нравственный закон – совесть. Исходя из этого, воспитание должно стимулировать развитие высоких качеств, чувств и способностей человека. Опора на лучшее в человеке неразрывно связана с формированием личной ответственности за свои мысли, чувства, дела, за окружающий мир. Перекладывание ответственности на обстоятельства или других людей есть отказ от свободы. Тем самым, «православное воспитание нацелено на саморазвитие и самореализацию, преодоление одномерного мышления, воспитание чувства внутренней свободы и одновременно ответственности» [3, с. 16].

Каждый человек своеобразен и неповторим, имеет свой внутренний мир и образ своего «Я». Именно это создает возможность принятия свободных решений и ответственности за свои действия. Из ребенка нельзя вырастить ответственного и инициативного человека, если уже заранее не авансировать ему уважение и доверие. Требовательность при упреждающем доверии и уважении к личному достоинству ребенка не отпугивает и не стесняет, а действительно развивает предположенную в ребенке индивидуальность. Нельзя ломать человека, чтобы сделать его подобным себе и закрыть ему путь саморазвития. Задача воспитателя заключается в том, чтобы помочь ребенку найти свою дорогу в жизни, сделать правильный выбор в расстановке жизненных приоритетов.

Формирование личности – это не только результат воспитательного воздействия. Знания и опыт педагога, педагогическая технология сами по себе еще не гарантируют развитие личности. Действия со стороны только воспитателя не могут совершить всей работы по преобразованию человека. Под влиянием принуждения можно стать кем угодно, но только не личностью. Без свободного соучастия ученика в воспитательном процессе, его стремления стать лучше достижение целей воспитания невозможно. Процесс воспитания – это непрерывный диалог, предполагающий равноправие его участников, их взаимопонимание, соединение воли воспитателя и свободного усилия воспитуемого. Это педагогический процесс, в котором происходит реализация творческих индивидуальностей ученика и учителя, передача информации, отражающей личностный опыт.

Таким образом, воспитать личность – значит сформировать установку на реализацию своего подлинного призвания, которое состоит в том, чтобы исполняться в качестве Человека, стать Человеком. И здесь ведущую роль играет лич-

ность воспитателя, его внутренние качества и шкала ценностей. В свое время древнегреческий философ Диоген ходил днем по городским улицам, держа в руках зажженный фонарь и говоря: «Ищу человека». Слова «ищу человека» отражают духовный кризис современного общества, в котором равнодушие к страданиям других, нежелание помочь, пойти навстречу, эгоизм приобрели поистине катастрофические масштабы. Это изречение осталось в памяти человечества символом того, как трудно иногда бывает среди миллионов людей встретить настоящего человека. Но если эта встреча с ним произошла, то она подобна чуду, ибо оказывает перерождающее воздействие на человека. Потому что истинное знание о подлинном человеке открывается нам не путем абстрактных теоретических рассуждений, а только как личный пример. А значит, мы должны, прежде всего, сами стать настоящими людьми.

В истории русского православия мы находим множество образцов духовно-нравственного отношения и поведения. Они учат нас любви к родной земле, приоритету духовных ценностей над материальными благами, стремлению к правде, честности и добросовестному труду, стойкости в испытаниях, духовному трезвлению. Важно подчеркнуть, что нравственными ориентирами в жизни русского народа были не только широко известные подвижники и исповедники, православные святые (преподобные Сергей Радонежский, Серафим Саровский и др.), но и тысячи малоизвестных рядовых священников, совершавших духовных подвигов в повседневной церковной жизни.

Яркой иллюстрацией в этом отношении выступает случай, который произошел в 1921 году в Колпине (под Ленинградом), в храме, где служил свя-

щенник Александр Боярский, окончивший жизнь как мученик в 1934 году. В день Святителя Николая (19 декабря) у женщины украли хлебные карточки на всю семью. Боярский, только что закончил службу, но узнав о краже, вышел на алтарь и крикнул на весь храм: «Стойте! Слушайте!» – и с необыкновенным жаром стал говорить о горе женщины и детей, оставшихся без хлеба, о кощунстве такой кражи в день памяти святителя. В заключении, указав на образ, он с силой произнес: «Пусть тот, кто украл, положит карточки к подножию иконы Николая Чудотворца!». Повисла напряженная тишина. И вдруг из толпы поднялась чья-то рука с карточками, толпа расступилась, и из нее вышел молодой рабочий и положил карточки к подножию образа святителя Николая.

Этот случай является убедительным свидетельством того, что только глубокая убежденность в непреложности нравственных заповедей, реальный отклик на человеческое несчастье, полнота духовного участия, живая связь наставника с людьми выявляет истинное знание о настоящем человеке, знание о подлинных жизненных ценностях. А это есть то лучшее в православной традиции, что и сегодня заставляет нас обращаться к ее опыту воспитания одухотворенной личности.

Императивом времени является разработка единой концептуальной модели воспитания, адекватной динамике общественной жизни и глобальным вызовам, стоящим перед Россией. Достижение данной цели предполагает, как внимательное осмысление и использование воспитательного потенциала православной педагогики, так и развитие накопленного опыта светского воспитания.

Список источников

1. Баженова Н.Г. Воспитательный потенциал православной педагогики // Вестник ЧГПУ. 2011. №3. С. 14–22.
2. Данелюк А. Я., Кондаков А.М., Тишков В.А. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России. М.: Просвещение, 2011. С. 6.
3. Дивногорцева С.Ю. Духовно-нравственное воспитание в теории и опыте педагогической культуры. М.: Православный Свято-Тихвинский гуманитарный университет, 2012. 237 с.
4. Ильин И.А. Россия. Путь к возрождению. М.: Рипол Классик, 2018. 768 с.
5. Корольков А.А., Преображенская К.В., Романенко И.Б. Духовная традиция отечественного образования // Педагогическая антропология в зеркале философии. СПб.: Алтея, 2017. С. 136–140.
6. Слово патриарха Кирилла на открытии III Сретенских встреч православной молодежи // Журнал Московской Патриархии. 2009. №3. С. 3–5.
7. Трушина Е.В. Основы православной педагогики // Известия Тульского государственного университета. Педагогика. 2016. №3. С. 129–133.
8. Указ Президента РФ от 09.11.24 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей»: [сайт]. URL: <http://kremlin.ru> (дата обращения 08.12.24).
9. Филарет, Митрополит Минский и Слуцкий. Вступительное слово на конференции «Учение Церкви о человеке» // Журнал Московской Патриархии. №12. 2001. С. 3–8.
10. Филарет, Митрополит Минский и Слуцкий. Воспитание личности и современное общество: доклад на XIV Рождественских чтениях: [сайт]. URL: <http://patriarchia.ru> (дата обращения 01.12.2024).
11. Церковь и мир. Основы социальной концепции Русской Православной Церкви. М.: Даниловский благовестник, 2000. 192 с.

References

1. Bazhenova N.G. Educational potential of Orthodox pedagogy. *Bulletin of the ChSPU*. 2011; (3): 14–22.
2. Danelyuk A.Ya., Kondakov A.M., Tishkov V.A. The concept of spiritual and moral development and upbringing of a Russian citizen's personality. M.: Prosveshchenie, 2011. Pp. 6.
3. Divnogortseva S.Yu. Spiritual and moral education in theory and experience of pedagogical culture: St. Tikhvin University of Law for the Humanities, 2012. 237 p.
4. Ilyin I.A. Russia. The Path to rebirth. Moscow: Rapol Classic, 2018. 768 p.
5. Korolkov A.A., Preobrazhenskaya K.V., Romanenko I.B. The spiritual tradition of Russian education // Pedagogical anthropology in the mirror of philosophy. SPb.: Altea, 2017. Pp. 136–140.
6. The word of Patriarch Kirill at the opening of the III Sretensky meetings of Orthodox Youth. *Journal of the Moscow Patriarchate*. 2009; (3): 3–5.
7. Trushina E.V. Fundamentals of Orthodox pedagogy. *Proceedings of the Tula State University. Pedagogy*. 2016; (3): 129–133.
8. Decree of the President of the Russian Federation dated 09.11.24 №809 «On approval of the Fundamentals of State Policy for the preservation and strengthening of traditional Russian spiritual and moral values»: [website]. URL: <http://kremlin.ru>(date of address 08.12.24).
9. Filaret, Metropolitan of Minsk and Slutsk. Introductory speech at the conference «The Teaching of the Church about man». *Journal of the Moscow Patriarchate*. 2001; (12): 3–8.
10. Filaret, Metropolitan of Minsk and Slutsk. Personal education and modern society: a report at the XIV National Readings: [website]. URL: <http://patriarchia.ru> (accessed 12/01/2024).
11. The Church and the world. Fundamentals of the social concept of the Russian Orthodox Church. M.: Danilovsky Blagovestnik, 2000. 192 p.

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 89–92.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025;(19):89–92.

Социогуманитарные науки

Научная статья
УДК 338.2:334.012.64
doi: 10.52978/25421220_2025_19_89–92

УПРАВЛЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫМИ РИСКАМИ В МАЛОМ БИЗНЕСЕ

Торгашова Наталья Александровна

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: TorgashovaNA@norvuz.ru

Дементьев Александр Анатольевич

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск, Россия
E-mail: Dementyev82@yandex.ru

Аннотация. В статье речь идет об управлении рисками в малом бизнесе. Анализируется, как предприятия могут классифицировать риски, выявлять непредсказуемые риски и своевременно включать их в свои стратегии и действия. Авторы классифицируют риски на предотвратимые и не предотвратимые. Предлагаемая типология позволит бизнесу определить, какими рисками можно управлять с помощью модели, основанной на правилах, а какие требуют альтернативных подходов. В статье рассматриваются как индивидуальные, так и корпоративные подходы, чтобы создать пространство для конструктивного обсуждения управления рисками, связанными со стратегическим выбором.

Ключевые слова: риски, малое предприятие, стратегия, управление рисками.

Для цитирования: Торгашова Н.А., Дементьев А.А. Управление операционными рисками в малом бизнесе // Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 89–92. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_89–92.

Humanities sciences

Original article

OPERATIONAL RISK MANAGEMENT IN SMALL BUSINESS

Natalia A. Torgashova

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: TorgashovaNA@norvuz.ru

Alexander A. Dementiev

Fedorovsky Polar State University, Norilsk, Russia
E-mail: Dementyev82@yandex.ru

Abstract. This article discusses risk management in small businesses. It analyzes how businesses can classify risks, identify unpredictable risks, and incorporate them into their strategies and actions in a timely manner. It classifies risks into preventable and unpreventable. The proposed typology will allow businesses to determine which risks can be managed using a rule-based model and which require alternative approaches. Both individual and corporate approaches are discussed to create space for constructive discussion of risk management related to strategic choices.

Keywords: risks, small business, strategy, risk management.

For citation: Torgashova N.A., Dementyev A.A. Operational risk management in small business. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):89–92. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_89–92.

Риск и неопределенность являются важным атрибутом большинства видов человеческой деятельности, особенно деловой. Сама концепция риска прошла историческое развитие, больше всего в связи с бизнесом и торговлей. Преобладало понимание риска как определенной опасности, т.е. преимущественно воспринималась негативная сторона риска. Деловой риск имеет не

только отрицательную, но и положительную сторону.

«Деловой риск» означает возможность того, что бизнес будет иметь меньшую, чем ожидалось, прибыль или даже убыток. На бизнес-риск влияет ряд факторов, включая объем производства, объем продаж, цену за единицу продукции, затраты на вводимые ресурсы, конкуренцию, общий экономический климат и законодательные нормы. Предприятиям с более высоким бизнес-риском следует выбирать такую структуру капитала, которая гарантирует, что предприятие сможет выполнить свои финансовые обязательства при любых обстоятельствах [1].

Малые предприятия подвержены деловому риску, который включает финансовый риск, риск ликвидности, систематический риск, валютный риск, имущественный риск, производственный риск и т.д. Также учитывается страновой риск (природный, экологический, политический). Политические риски вызваны либо политикой правительства, либо незаконной деятельностью (например, восстаниями, беспорядками, войнами, террористическими действиями). Политические риски являются источником политической нестабильности и несут значительные риски при ведении бизнеса в определенном месте.

Предприниматель должен учитывать все виды рисков. Предпринимательство – деятельность высокого риска. Это связано с высокой конкуренцией и сложной рыночной конъюнктурой. Риском можно управлять, это дает возможность с помощью расчетов и правильного управления прогнозировать соотношение риска, затрат на его устранение и прибыли, все в пределах возможностей компании. На крупных предприятиях для управления рисками создаются специализированные отделы управления рисками, которые стараются устранить потенциальные риски, или уменьшить их угрозу (см. текст ниже).

Сложнее обстоит дело с малыми и средними предприятиями. Они более подвержены риску и могут легко стать неплатежеспособными, например, если клиенты не заплатят им вовремя [3, с. 24].

В данной работе будем учитывать операционные риски как основную проблему для современных малых компаний. Связано это с тем, что данные компании не всегда могут оплачивать компетентные кадры, а потому часто для них характерными являются проблемы, которые связаны с неправильным поведением кадров.

В данной статье проанализируем особенности компании Астрософт¹, количество работников которой не достигает 100, но компания пользуется спросом у крупных игроков рынка. Второй компанией для сравнения становится Петрософт². Сравнивая их, можно получить доказательство того, как компетентность сотрудников помогает преодолевать операционные риски.

Первым операционным риском становится риск некомпетентности кадров, который связан сегодня с новыми цепочками продаж. Если Астрософт смог согласовать вопрос с поставщиками, организовав закупки через Казахстан, то Петрософт решил обезопаситься и начал продавать только ту продукцию, которая была лицензионно доступна. В результате «отпали» такие гиганты, как

¹ АстроСофт уже более 25 лет занимается разработкой и поставкой программного обеспечения. В офисах Компании в Санкт-Петербурге, Москве, Великом Новгороде и Красноярске работают более 350 сотрудников. Ключевые компетенции – поставка ПО ведущих мировых производителей, разработка собственных, уникальных решений: ПО для радиолокационных станций, Операционная Система Реального Времени для микроконтроллеров, Комплекс средств разработки программно-определяемого радио, разработка бизнес-приложений на платформе Microsoft Skype for Business, SharePoint, разработка заказных систем на платформе 1C, автоматизация бизнес-процессов, разработка ПО для встраиваемых систем (компиляторы, ПО для систем видеонаблюдения).

² Основным профилем деятельности ООО «Петрософт» является разработка прикладных решений на базе информационных систем. Кроме того, компания занималась также поставкой мировых производителей ПО, причем это была основная статья дохода.

Coral, Adobe и ABBYY, что привело к потерям и закрытию.

Сравнительный анализ компаний позволяет сделать вывод о том, насколько важным является учет компетентного сотрудника как основы для сохранения капитала в условиях нестабильности. Обе компании столкнулись с проблемами обеспечения в пандемию, но Петрософт активно использовал фьючерсные сделки. В случае последних риск заключается в том, что посредник может продать или купить иностранную валюту более выгодно вовремя или в конце срока погашения, чем в момент закрытия сделки. На итоговую цену, которую он получает за сделку, влияет обменный курс, как отрицательно, так и положительно: предприниматель может, как потерять, так и получить выгоду от изменения обменного курса. Что и произошло, и привело к падению доходов компании. Что касается Астрософта, то сотрудничество его напрямую зависело от прямых контактов с крупными игроками рынка, которым малое предприятие сделало скидку. Как следствие, в период потрясений экономики это позволило остаться компании на плаву и не потерять существенное количество средств.

Обе компании столкнулись с риском процентной ставки и смогли его преодолеть. И во многом решение проблем было обусловлено именно решениями самих сотрудников. Риск при учете возникает из-за незнания будущего изменения процентной ставки, которая влияет на возможную прибыль от инвестиций. Этот риск более значителен, чем значительное падение или повышение рыночной процентной ставки.

Но если для Астрософта, сотрудничающего с устойчивыми компаниями, руководители которого приняли решение сосредоточиться именно на них, не возникло риска кредитования, то для Петрософта кредитный риск стал фатальным. Под кредитным риском понимается опасность, возникающая в ре-

зультате неплатежеспособности делового партнера из-за возможности того, что он не сможет выполнить свои обязательства в установленный срок или в полном объеме, например, оплату счетов, выплату дивидендов, выплату процентов и т.д. [3]. В ситуации, когда основные партнеры Петрософта не смогли расплатиться за поставку софта, компания потеряла большое количество средств, что привело к убыткам и росту количества долгов. Как следствие, причиной данного операционного риска становится неверная постановка целей и решение.

Для обеих компаний значимым становится риск снижения объемов производства. Так как обе компании продают продукцию гигантов ИТ, то они столкнулись с необходимостью параллельного импорта, а, значит и удорожанию продукции, и снижению продаж. Это породило для Петрософта проблему, которая в экономической науке называется потерей ликвидности. Потеря ликвидности – это ситуация, когда у предпринимателя не будет достаточно ликвидных средств в тот момент, когда ему придется выполнить свои финансовые обязательства. Объем кредиторской задолженности и объем дебиторской задолженности в определенный момент времени не совпадают (объем кредиторской задолженности превышает объем дебиторской задолженности или других быстрореализуемых активов).

Чтобы избежать этого риска, компания Петрософт создала план движения денежных средств. Но в полной мере справиться не удалось, что привело к дальнейшему падению активов и к тому, что компания была вынуждена искать варианты преодоления проблем на рынке, которые привели, вероятнее всего, к слиянию. Что касается Астрософта, то показатели бюджета компании говорят о том, что она сегодня не испытывает больших проблем и способна справиться с сохранением своего положения

поставщика услуг для крупных компаний.

Обобщая активность приведенных малых предприятий, которые воплощены в сравнительном анализе, выделим основные положительные стратегии Астрософта, которые могут быть отмечены как верные.

Первым шагом в реализации управления рисками для малой компании является создание набора факторов риска – базы данных рисков, или реестр рисков. База данных должна последовательно поддерживаться и дополняться подробным описанием причин возникновения, проявлений и последствий рисков. Также добавляются данные о вероятности возникновения и причиненном ущербе.

Это может стать проблемой, если во время идентификации сосредоточиться на объекте в целом. Гораздо эффективнее разделить этот объект на более мелкие части [2, с. 23]. Это дает возможность пойти глубже, чем если бы мы занимались всеми аспектами сразу. Оценка рисков или определение их значимости – это деятельность, которая относится к оценке рисков с целью оценки возможных результатов проек-

та. Она занимается определением рисковых событий, на которые необходимо отреагировать. Оценка осложняется рядом факторов, поскольку риски могут взаимодействовать друг с другом.

Таким образом, управление рисками представляет собой формальный процесс, позволяющий их выявлять, оценивать, измерять и управлять ими. Слово «риск» часто понимается негативно. Однако при правильном управлении рисками они могут иметь преимущественно положительный эффект. Поэтому управление рисками следует понимать не только как угрозу, но и как возможность получения возможной прибыли.

Выбор правильного процесса управления рисками и его применение чрезвычайно важны. Выбранные инструменты и процедуры управления рисками зависят, прежде всего, от типа инвестиций или проекта. Важно отметить, что не существует «конкретной» процедуры анализа того или иного риска. Использование конкретной процедуры управления рисками остается только на усмотрение владельца бизнеса или ответственного руководителя.

Список источников

1. Досжан Р.Д. Специфика управления рисками на предприятиях малого и среднего бизнеса // Вестник КазНУ. 2013. №6 (100). С. 176–180.

2. Основные подходы к менеджменту риска организаций малого и среднего биз-

неса: рекомендации по стандартизации. М.: Стандартиформ, 2015. 20 с.

3. Сайфуллина Р.Р. Методы реагирования на риск, применимые на предприятиях малого бизнеса // Современные проблемы науки и образования. 2015. №1. С. 96–107.

References

1. Doszhan R.D. The specifics of risk management in small and medium-sized businesses. *KazNU Bulletin*. 2013; 6(100): 176–180.

2. Basic approaches to risk management of small and medium-sized businesses: rec-

ommendations for standardization. M.: Standartinform, 2015. 20 p.

3. Saifullina R.R. Risk response methods applicable to small business enterprises // *Modern problems of science and education*. 2015; (1): 96–107.

Научный вестник Арктики. 2025. №19. С. 93–97.
Scientific Bulletin of the Arctic. 2025;(19):93–97.

Социогуманитарные науки

Научная статья
УДК 378

doi: 10.52978/25421220_2025_19_93–97

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ПОЛИЦИИ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Хоронько Любовь Яковлевна

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: kenho@mail.ru.

Морозов Алексей Павлович

Ростовский юридический институт Министерства внутренних дел России, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: Saitek127@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы подготовки кадров полиции для работы в арктических условиях. Анализируется специфика правоохранительной деятельности в Арктическом регионе, обусловленная экстремальными климатическими условиями, удаленностью населенных пунктов, сложной транспортной доступностью, необходимостью взаимодействия с коренными народами Севера и задачами обеспечения экологической безопасности. На основе анализа зарубежного опыта и российской практики выявляются основные вызовы и перспективы совершенствования системы подготовки кадров полиции для Арктики.

Ключевые слова: Арктика, правоохранительная деятельность, кадры полиции, подготовка, обучение, экстремальные условия, коренные народы Севера, экологическая безопасность.

Для цитирования: Хоронько Л.Я., Морозов А.П. К вопросу о возможности подготовки кадров полиции в Арктических условиях // Научный Вестник Арктики. 2025. №19. С. 93–97. https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_93–97.

Humanities sciences

Original article

ON THE ISSUE OF THE POSSIBILITY OF TRAINING POLICE PERSONNEL IN ARCTIC CONDITIONS

Lyubov Ya. Khoronko

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: kenho@mail.ru.

Alexey P. Morozov

Rostov Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: Saitek127@mail.ru

Abstract. The article discusses current issues of police training for work in Arctic conditions. The article analyzes the specifics of law enforcement activities in the Arctic region, due to extreme climatic conditions, remote settlements, difficult transport accessibility, the need to interact with the indigenous peoples of the North and the tasks of ensuring environmental safety. Based on the analysis of foreign experience and Russian practice, the main challenges and prospects for improving the police training system for the Arctic are identified.

Keywords: Arctic, law enforcement, police personnel, training, education, extreme conditions, indigenous peoples of the North, environmental safety.

For citation: Khoronko L.Ya., Morozov A.P. On the issue of the possibility of training police personnel in arctic conditions. *Scientific Bulletin of the Arctic*. 2025;(19):93–97. (In Russ.). https://doi.org/10.52978/25421220_2025_19_93–97.

Введение. Арктический регион приобретает все большее экономическое и стратегическое значение для Российской Федерации. Активное развитие добычи полезных ископаемых, расширение Северного морского пути, рост туристической активности и обострение геополитической обстановки обуславливают необходимость усиления правоохранительной деятельности в Арктике. Эффективное обеспечение правопорядка, безопасности граждан и защиты интересов государства в регионе невозможно без квалифицированных сотрудников полиции, обладающих профессиональными знаниями, навыками и компетенциями. В связи с этим, вопрос подготовки кадров полиции для работы в арктических условиях становится особенно актуальным и требует научной аргументации.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и правопорядка в регионе в условиях его растущего геополитического и экономического значения, уязвимости арктической экосистемы, необходимости защиты прав коренных малочисленных народов Севера, а также недостаточной разработанностью системы подготовки кадров полиции для работы в экстремальных условиях. Проведение исследований в данной области позволит разработать эффективные методы и технологии подготовки сотрудников полиции, способных успешно выполнять свои служебные обязанности в арктическом регионе, обеспечивая тем самым безопасность граждан и защиту интересов государства.

Проблема исследования, рассматриваемая в контексте подготовки кадров полиции в арктических условиях, охватывает несколько взаимосвязанных аспектов. Основной проблемой является несоответствие между потребностью в квалифицированных сотрудниках полиции, способных эффективно работать в арктической среде, и существующей

системой подготовки, которая не всегда учитывает специфику работы в экстремальных условиях.

Научная новизна исследования заключается в разработке комплексного подхода к подготовке кадров полиции для работы в арктических условиях, основанного на систематизации факторов, определяющих специфику региона, выявлении ключевых компетенций, разработке модели специализированной подготовки, адаптации методов экспертных оценок и обосновании необходимости интеграции этнокультурного компонента. Результаты исследования позволяют существенно повысить эффективность подготовки сотрудников полиции для работы в Арктике и способствуют обеспечению правопорядка, безопасности граждан и защите интересов государства в этом стратегически важном регионе.

В связи с растущим экономическим и стратегическим значением Арктики, включая развитие добычи полезных ископаемых, судоходства, туризма и обострение геополитической обстановки, потребность в квалифицированных сотрудниках полиции для обеспечения правопорядка, безопасности граждан и защиты интересов государства в регионе неуклонно возрастает.

Правоохранительная деятельность в Арктике имеет свою специфику. Сотрудники полиции должны быть готовы к работе в условиях низких температур, длительных периодов полярной ночи/дня, удаленности населенных пунктов, сложной транспортной доступности, необходимости работать с коренными народами Севера и решать вопросы, связанные с экологией, спасательными операциями и обеспечением безопасности на морских путях.

Отметим, что некоторые страны, такие как Канада, США (Аляска), Норвегия, Дания (Гренландия), уже имеют опыт подготовки и работы сотрудников полиции в арктических условиях [1]. Изучение и адаптация их опыта, пере-

довых практик и методик обучения может быть полезным.

Так, Royal Canadian Mounted Police (Королевская канадская конная полиция) (далее – RCMP) имеет давнюю историю работы в арктических регионах. Их программа подготовки включает обязательное обучение выживанию в условиях низких температур и полярной ночи, управлению снегоходами и собачьими упряжками. Особое внимание уделяется изучению культуры и языков инуитов, а также методам работы с общинами коренных народов. RCMP также проводит регулярные тренировки по спасению на льду и в холодной воде [2].

Департамент общественной безопасности Аляски (Alaska Department of Public Safety) проводит специализированную подготовку для сотрудников полиции, работающих в отдаленных поселениях. Курс обучения включает навыки выживания в экстремальных условиях, ориентирование на местности, использование средств связи и оказание первой медицинской помощи. Также важной частью является обучение межкультурной коммуникации и взаимодействию с коренными общинами Аляски. Существуют программы, разработанные совместно с коренными народами, что повышает эффективность работы правоохранительных органов.

Норвежская полиция имеет специализированные подразделения, работающие в арктических регионах, включая Шпицберген. Их подготовка охватывает обучение управлению судами в ледовых условиях, спасательным операциям в горах и на море, а также обеспечению безопасности, т.к. на этих территориях обитают полярные медведи. Большое внимание уделяется международному сотрудничеству в области обеспечения безопасности на море.

Датская полиция, работающая в Гренландии, проходит специальную подготовку, включающую изучение гренландского языка, культуры и традиций инуитов. Сотрудники полиции

обучаются навыкам выживания в арктических условиях, управлению снегоходами и каяками, а также проведению спасательных операций в горах и на море. Важной частью является обучение методам разрешения конфликтов с учетом местной культуры.

Данные примеры демонстрируют, что успешная подготовка кадров полиции для арктических условий требует комплексного подхода, включающего физическую и психологическую подготовку, обучение навыкам выживания, изучение культуры коренных народов и освоение специализированных навыков. Изучение и адаптация передовых практик, применяемых в этих странах, могут быть полезными для совершенствования системы подготовки кадров полиции в Российской Федерации.

Отметим, что в Российской Федерации подготовка кадров полиции для работы в арктических условиях пока не носит системного характера. Существующие учебные программы не в полной мере учитывают специфику правоохранительной деятельности в Арктике. В то же время, в некоторых регионах проводятся отдельные мероприятия по повышению квалификации сотрудников полиции, работающих в арктических районах [3]. Однако этого недостаточно для обеспечения эффективной правоохранительной деятельности в регионе.

Как указывает в своей работе О.В. Соболева, эффективность функциональной деятельности органов внутренних дел в северных регионах во многом зависит от степени адаптированности правовой основы их деятельности к местным природно-климатическим условиям, т.е. тому, насколько полно нормативные правовые акты отражают особенности возникающих правоотношений [4, с. 110–114].

Авторы разделяют исследовательскую позицию О.В. Соболевой, так как источники и правовые нормы, как правило, рассматриваются изначально вне

контекста региональных условий. Так, особенности правового регулирования деятельности правоохранительных органов в арктических условиях практически никем не исследованы.

При рассмотрении выбранной темы стоит учитывать специфику правоохранительной деятельности в Арктическом регионе, которая характеризуется рядом особенностей, обусловленных экстремальными природно-климатическими условиями и социально-экономической спецификой региона [5, с. 11–16]. К основным особенностям можно отнести:

- экстремальные климатические условия (низкие температуры, сильные ветры, полярная ночь/день, обледенение, снегопады и другие факторы существенно затрудняют выполнение служебных задач и требуют от сотрудников полиции высокой физической и психологической устойчивости);

- удаленность населенных пунктов и сложная транспортная доступность (большие расстояния между населенными пунктами, ограниченность транспортной инфраструктуры и зависимость от погодных условий усложняют реагирование на происшествия и проведение оперативно-розыскных мероприятий);

- необходимость взаимодействия с коренными народами Севера (полицейские должны обладать знаниями о культуре, традициях, обычаях и правовых нормах коренных народов Севера, уметь устанавливать с ними доверительные отношения и учитывать их интересы при решении правовых вопросов)[6, с. 10–14];

- обеспечение экологической безопасности (арктическая экосистема является хрупкой и уязвимой, поэтому сотрудники полиции должны быть вовлечены в предотвращение экологических преступлений и нарушений, а также участвовать в ликвидации последствий экологических катастроф).

Учитывая вышеуказанные аргументы, можно выделить основные вызовы и перспективы совершенствования систе-

мы подготовки кадров полиции для Арктики:

1. *Разработка специализированной учебной программы подготовки.* Необходимо разработка учебной программы, учитывающей климатические, географические, культурные и социальные особенности Арктики, а также специфику правоохранительной деятельности в регионе.

2. *Тщательный отбор кандидатов.* Отбор должен основываться на профессиональных, физических и психологических качествах кандидатов, а также на их мотивации к работе в арктических условиях.

3. *Создание современной учебно-материальной базы.* Необходимо создание учебных центров, оснащенных оборудованием, позволяющим имитировать арктические условия, а также приобретение транспортных средств и экипировки, необходимых для работы в регионе.

4. *Привлечение специалистов.* Важно привлекать к обучению опытных инструкторов, имеющих опыт работы в Арктике, в том числе представителей коренных народов Севера.

5. *Развитие дистанционных форм обучения.* Использование современных информационных технологий позволяет проводить обучение сотрудников полиции, находящихся в удаленных арктических районах.

6. *Межведомственное взаимодействие.* Необходимо сотрудничество с другими ведомствами, занимающимися обеспечением безопасности в Арктике (МЧС, пограничная служба, Росгвардия), для обмена опытом и совместного решения задач.

7. *Международное сотрудничество.* Изучение опыта других стран, имеющих опыт работы в арктических условиях, и участие в международных проектах и программах.

Заключение. Подготовка кадров полиции для работы в арктических условиях является важной и актуальной за-

дачей, требующей комплексного и системного подхода. Разработка специализированной программы подготовки, тщательный отбор кандидатов, создание современной учебно-материальной базы, привлечение специалистов и развитие дистанционных форм обучения – это основные направления совершен-

ствования системы подготовки кадров полиции для Арктики. Реализация этих мер позволит обеспечить эффективную правоохранительную деятельность в регионе, что будет способствовать обеспечению правопорядка, безопасности граждан и защите интересов государства в этом стратегически важном регионе.

Список источников

1. Nuttall M., Jensen T.T. Policing the Arctic: Governance, security and cooperation // Routledge. 2016.
2. Huebert, R. The future of Arctic security: A Canadian perspective // Canadian Defense & Foreign Affairs Institute, 2010.
3. Информационный ресурс МВД России: [сайт]. URL: <https://мвд.рф/> (дата обращения: 15.02.2025).
4. Соболева О.В. Особенности прохождения службы в органах внутренних дел в северных регионах в условиях Арктики // Государственная служба. 2017. №6.
5. Воронин С.Э. Правоохранительная деятельность в Арктической зоне Российской Федерации: состояние и перспективы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2016. №1 (69).
6. Карякин В.В. Этнокультурные особенности правового регулирования жизнедеятельности коренных малочисленных народов Севера в Российской Федерации // Юридическая наука. 2017. №2.

References

1. Nuttall M., Jensen T.T. Policing the Arctic: Governance, security and cooperation. *Routledge*. 2016.
2. Huebert R. The future of Arctic security: A Canadian perspective // Canadian Defense & Foreign Affairs Institute, 2010.
3. Information resource of the Ministry of Internal Affairs of Russia: [website].URL: <https://мвд.рф/> (date of access: 15.02.2025).
4. Soboleva O.V. Features of service in the internal affairs bodies in the northern regions in the Arctic. *Public service*. 2017; (6).
5. Voronin S.E. Law enforcement activities in the Arctic zone of the Russian Federation: state and development prospects. *Bulletin of the St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2016; 1(69).
6. Karyakin V.V. Ethno cultural features of legal regulation of the life of indigenous peoples of the North in the Russian Federation. *Legalscience*. 2017;(2).

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ФГБОУВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского» приступил к формированию очередного номера научно-практического журнала «Научный вестник Арктики», ISSN 2542–1220.

Целью издания журнала является широкое освещение положительного опыта интеграции теоретических и прикладных исследований актуальных проблем развития современного образования, науки и производства, информационно-методическое обеспечение в системе подготовки будущих специалистов.

Тематика журнала включает следующие направления:

- технические науки;
- естественно-научные дисциплины;
- социогуманитарные науки.

Приглашаем Вас принять участие в выпуске журнала.

Материалы просим представить до **15.02** и **15.10** текущего года в соответствии с прилагаемыми требованиями для прохождения рецензирования.

Статьи, полученные редакцией позже указанного срока, будут рассматриваться для публикации в следующем номере журнала.

Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИЙ

1. Автор высылает в редакцию электронную версию статьи по электронной почте с указанием тематического направления. Статья должна быть подписана автором.

Каждый из авторов заключает лицензионный договор на право использования результата интеллектуальной деятельности. Для иногородних авторов образец договора присылается на адрес электронной почты (сканированная копия договора, подписанная автором, пересылается на адрес электронной почты редакции).

2. К статье обязательно прилагаются ее название, Ф.И.О. авторов, аннотация (не более 5–6 строк), ключевые слова (не более 10 слов), пристатейный библиографический список.

3. Сведения об авторах должны включать: фамилия, имя, отчество, место работы, должность, ученая степень, звание, домашний и служебный адрес, телефоны, электронный адрес. Если авторов несколько, указать, с кем из них вести переписку.

4. Информация на английском языке: Ф.И.О. автора, название статьи, аннотация, ключевые слова, список источников, место работы, должность, ученая степень, звание.

5. Объем статьи не должен превышать 16 страниц текста формата А4, включая таблицы и рисунки, список литературы. Шрифт – Times New Roman, размер шрифта 14, интервал – полуторный.

6. Статья должна содержать лишь самые необходимые формулы, набранные в редакторе формул. Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки.

7. Иллюстрационный материал должен быть выполнен четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей, и быть пригодным для прямого воспроизведения.

Таблицы должны иметь заголовки. Допускаются только общепринятые сокращения.

8. Библиографический список приводится в конце статьи в порядке упоминания. В тексте должны быть ссылки на литературу в квадратных скобках. Библиография должна быть оформлена согласно ГОСТ Р 7.05–2008.

9. Редакция оставляет за собой право в случае необходимости редактировать и сокращать статьи.

Материалы публикуются на безгонорарной основе. Плата за публикацию статей с авторов не взимается.

Адрес редакции:

663310, г. Норильск, ул. 50 лет Октября, 7,

ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского».

Тел. 8(3919) 45-70-41, доб. 144

E-mail: rio@norvuz.ru

DEAR COLLEAGUES!

State Higher Educational Establishment «Fedorovsky Polar State University» is delighted to announce that it has started to form the next issue of the scientific journal «Scientific Bulletin of the Arctic». ISSN 2542–1220.

The purpose of the publication is to widely highlight the positive experience of integrating theoretical and applied research on topical problems in the development of modern education, science and practices, information and methodological support in the system of future specialists' training.

«Scientific Bulletin of the Arctic» publishes papers concerning the following aspects:

- technical sciences;
- natural sciences;
- humanities sciences.

You are invited to submit scientific contributions for the journal.

All correspondence concerning manuscripts should reach the Editorial Board 15.02 and 15.10 current year at the latest. The papers should meet the style requirements, otherwise they will not be considered. The submitted papers are not sent back.

The manuscripts received later will be considered for publication in the next issue.

REQUIREMENTS FOR FORMING MATERIALS FOR PUBLICATIONS

1. The author sends to the editorial office a printed copy of the article and an identical version on disk or an electronic version of the article by e-mail indicating the thematic direction. The article must be signed by the author.

Every author enters into a license contract for the right of the use of his intellectual activity. For authors from other cities, a sample contract is sent to the email address (a scanned copy of the contract, signed by the author, is sent to the editorial email address).

2. The article must be accompanied by its title, full names of the authors, abstract (no more than 5-6 lines), key words (no more than 10 words), bibliographic list.

3. Information about the authors should include: surname, name, patronymic, place of work, position, academic degree, scientific title, home and business address, phone numbers, email address. If there are several authors, indicate with which of them to correspond.

4. Information in English should include: full name of the author, article title, abstract, key words, list of references, place of work, position, academic degree, scientific title.

5. The size of articles should not exceed 16 A4 format pages of manuscript, including tables (not more than 3), drawing figures (not more than 5), references (not more than 10–15 sources). The manuscripts should be printed in size 14 font (Times New Roman), one-and-a-half spacing.

6. The article should contain the most necessary formulas. Only formulas with references are numbered.

7. Illustrative material should be convenient; all the details are clearly seen. Charts go with the titles. Only generally accepted abbreviations are allowed.

8. The bibliographic list is given at the end of the article in the order of mention. The text should contain references to the literature in square brackets. The bibliography must be formatted in accordance with National State Standard R7.05-2008.

9. The manuscript must be proofread by the author. The editors reserve the right, if necessary, to edit and shorten the articles.

Dear authors, if the above requirements are not met, the article will not be published!

Materials are published on a free basis. Authors are not charged for publishing articles.

Editorial Board,
Fedorovsky Polar State University.
50 Let Oktyabrya, 7
Norilsk, 663310
Krasnoyarsky Region, Russia
Phone: 8(3919) 45-70-41, доб. 144
E-mail: rio@norvuz.ru

Научное издание

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК АРКТИКИ

Подписано в печать 22.05.2025.

Бум. для копир.-мн.ап.

Гарнитура *Century*. Печать плоская.

Тираж 100 экз. Зак. 2.

663310, Норильск, ул. 50 лет Октября, 7.

E-mail: rio@norvuz.ru